Astronomia per tutti

Volume 3

Neofiti: Iniziare a orientarsi nel cielo

Costellazioni: Cancro e Leone

Astrofotografia: foto con tecniche non convenzionali

Ricerca amatoriale: La fotometria

Astrofisica: Il diagramma HR

Astronautica: Le stazioni spaziali

Attualità: La pioggia nel Sistema Solare

Domande e risposte

Daniele Gasparri

Daniele Gasparri

Astronomia per tutti: volume 3

Tutti i miei libri (oltre 20) sono raggiungibili a questo link

Clicca qui per vedere gli altri volumi di Astronomia per tutti

Indice

Nel prossimo volume

In copertina: La Via Lattea estiva è un fiume lattiginoso evidente da cieli molto scuri. Questa ripresa è stata effettuata con una reflex Canon 1000D modificata (cambio del filtro taglia infrarossi di fronte al sensore), obiettivo 18mm f3.5, 800 ISO e 5 minuti di posa. Orientarsi in un cielo pieno di stelle non è per niente facile e in questo volume inizieremo a capire come fare.

Presentazione

Il nostro corso di astronomia multidisciplinare e multilivello continua a vele spiegate verso una migliore comprensione dell'Universo intorno a noi.

In questo volume nella categoria neofiti cominciamo a capire come poterci orientare nel cielo scuro, in mezzo a un tappeto di stelle che sembrano a prima vista tutte uguali.

Nello spazio riservato alla fotografia astronomica impareremo come utilizzare le nostre fotocamere da quattro soldi per ottenere discrete immagini di alcuni oggetti celesti. È sufficiente un telefono cellulare per catturare splendidi dettagli della Luna o del Sole (con un filtro apposito!), mentre una comune webcam per computer può addirittura farci viaggiare tra nebulose e galassie. Basta provare, sperimentare, osare. L'astronomia amatoriale è bella anche per questo: non ci sono regole prestabilite, ogni appassionato può divertirsi, anzi, deve divertirsi a sperimentare e trovare sempre nuove soluzioni. Qual è la sfida? Svagarsi senza dover spendere montagne di denaro, far entrare la passione dentro di noi e non credere che i soldi possano risolvere tutto, anzi, spesso è proprio il contrario: fiumi di denaro spesi per raggiungere in breve tempo l'obiettivo prefissato generano un amaro in bocca difficile da mandar via.

Nella sezione dedicata alla ricerca astronomica parleremo di un metodo di indagine potentissimo: la fotometria. Getteremo in questo modo le basi per affrontare le nostre prime sessioni di ricerca astronomica alla scoperta di stelle variabili e oggetti peculiari. Forse bruceremo un po' le tappe, ma sono dell'avviso che dopo un po' di teoria serva sempre una buona dose di pratica che ci consente di trovare nuovi stimoli, divertirci e magari capire

meglio tecnica e problematiche.

La parte dedicata all'astrofisica esordisce parlando di un grafico fondamentale nel comprendere il funzionamento di tutte le stelle dell'Universo: il diagramma HR.

Può sembrare assurdo, ma le miliardi di miliardi di stelle sparse ovunque nel Cosmo sembrano obbedire a poche e semplici leggi naturali che determinano la loro massa, le dimensioni, la temperatura, il colore, la quantità di luminosità e persino la durata delle loro vite.

Nelle leggi naturali seguite dalle stelle è scritta tutta la loro storia evolutiva che può durare anche decine di miliardi di anni. Affascinante, no?

Dopo esserci spinti lontano nello spazio torneremo in prossimità della Terra per ammirare le stazioni spaziali. Nate dalle ceneri dei gloriosi programmi lunari Sovietici e Americani, sono un esempio di come l'uomo, a fronte di immensi sforzi, stia riuscendo a mettere timidamente piede fuori dalla grande porta di casa.

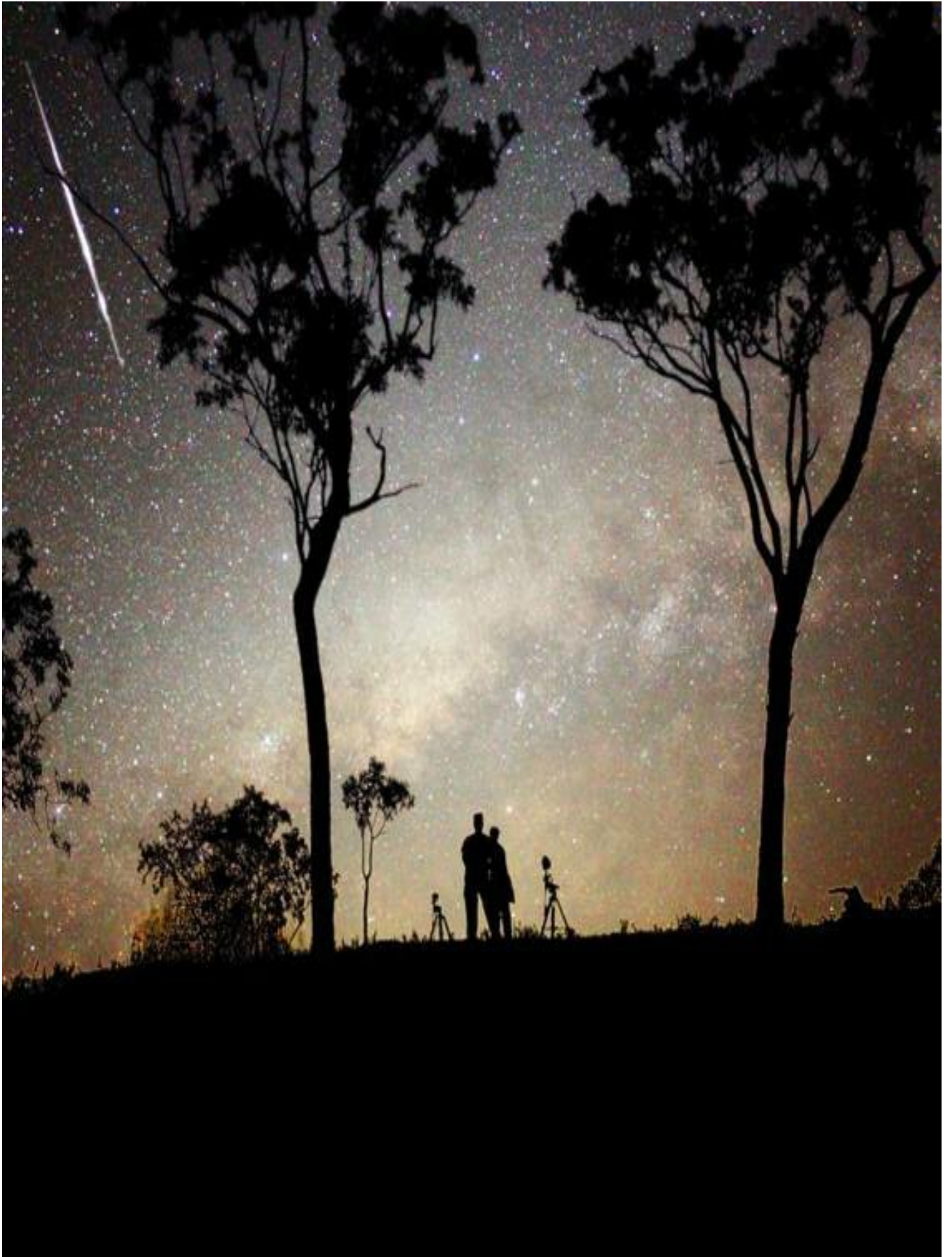
Vedremo come sono comode e spaziose (più o meno!) le stanze della stazione spaziale internazionale (ISS), un grande albergo di lusso se confrontato con gli stretti cunicoli della vecchia stazione spaziale MIR.

Concluderemo il numero cercando, sulla base dei dati più recenti delle sonde automatiche sparse un po' ovunque nel Sistema Solare, la pioggia su pianeti e satelliti, e magari capire che tipo di ombrelli dovremmo portarci dietro nel caso in cui un giorno decidessimo di esplorare questi mondi completamente fuori dal comune.

C'è qualche film che è riuscito a immaginare temporali di metano e piogge di piombo fuso? Probabilmente no; ma spesso la

realtà è più insolita e sorprendente della più fervida immaginazione…

Daniele Gasparri
Febbraio 2013

Neofiti

In questa sezione, che verrà estratta dal mio libro: "Primo incontro con il cielo stellato", affronterò insieme a tutti gli appassionati il difficile ma appassionante cammino verso l'osservazione consapevole dell'Universo e dei fantastici oggetti che ci nasconde.

Si tratta di un vero e proprio corso di astronomia di base che parte dalle fondamenta per giungere, con la dovuta calma e pazienza, alla scelta del telescopio e ai consigli sugli oggetti celesti da osservare.

Per ora limitiamoci a familiarizzare con l'astronomia, a capire di cosa parla e quali corpi e fenomeni troverete lungo il cammino.

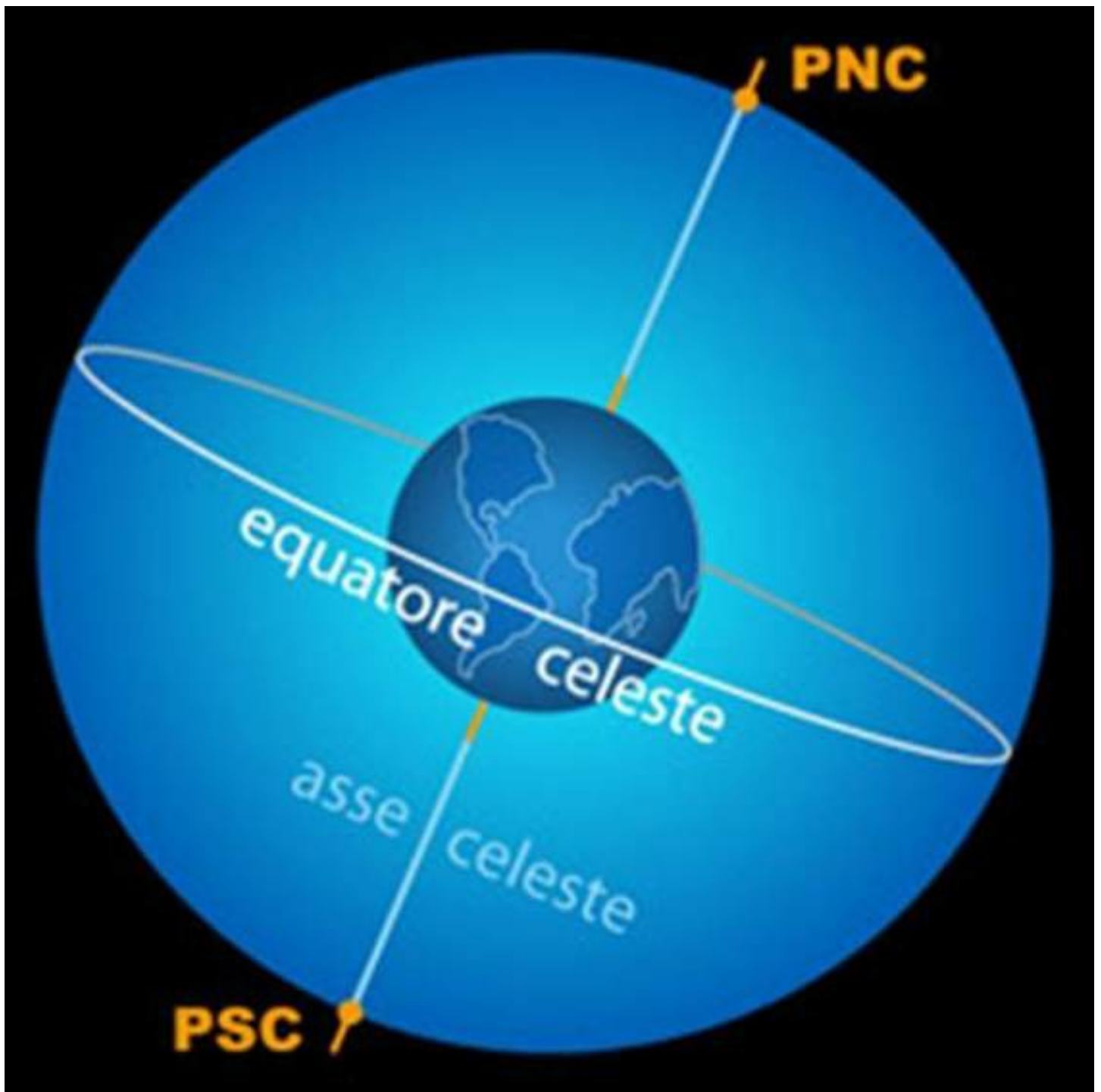
Un consiglio prima di iniziare: preparatevi a continue e sbalorditive sorprese!

Cominciare a orientarsi nel cielo

Le stelle e tutti gli oggetti celesti che è possibile osservare di notte sono disposti su quella che sembra essere una gigantesca cupola.

La volta celeste può essere considerata come una sfera dal raggio infinito che circonda l'intero nostro pianeta. Poiché noi ci troviamo sulla superficie della Terra, siamo in grado di osservare sempre metà di questa gigantesca sfera.

Il termine sfera celeste, coniato dagli antichi greci, è da intendersi naturalmente in senso figurato. Tutti gli oggetti che vi si trovano proiettati sono posti a distanze estremamente variabili: la sfera non è una cupola, è molto estesa nello spazio, anche se non ce ne accorgiamo.

A causa dei limiti dell'occhio umano, tutti gli oggetti della volta celeste ci appaiono quindi alla stessa distanza, anche se naturalmente non è così.

Proprietà e geometrie della sfera celeste, proiezione in cielo della superficie terrestre.

Movimenti della sfera celeste

La sfera celeste compie una rotazione completa in 23 ore e 56 minuti, esattamente il periodo di rotazione della Terra (e questo non è di certo un caso!). Il movimento che osserviamo è apparente: in realtà siamo noi a ruotare, non le stelle che restano fisse nelle loro posizioni. Poiché ci troviamo sulla superficie terrestre, vediamo le stelle muoversi e non ci accorgiamo che in realtà siamo noi a muoverci.

La rotazione della sfera celeste segue il senso contrario della rotazione terrestre: il nostro pianeta si muove da ovest verso est, noi vediamo le stelle e il Sole percorrere in un giorno un moto da est verso ovest. La geometria e la dinamica riflettono quelle della Terra, perché la sfera celeste altri non è che la proiezione dei moti del nostro pianeta, per un osservatore posto sulla superficie. Se il nostro pianeta ruota attorno al proprio asse, passante per il polo nord e il polo sud, anche la sfera celeste ci appare ruotare attorno a un asse passante per due punti: il polo nord celeste e il polo sud celeste, punti nei quali è diretto l'asse di rotazione della Terra.

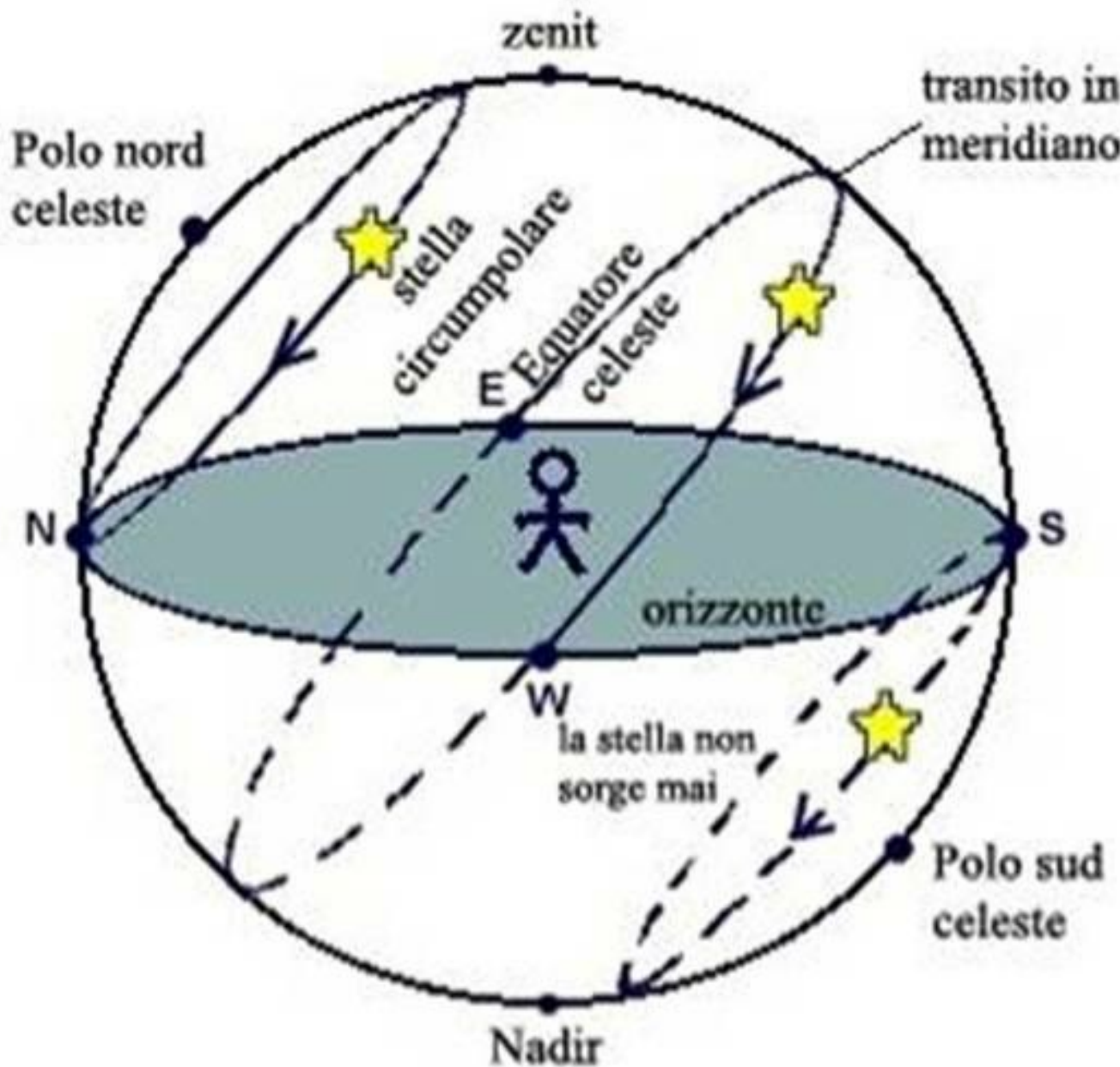
La stella Polare è una stella che si trova prospetticamente e casualmente in prossimità del polo nord celeste, punto del cielo nel quale è diretto il polo nord terrestre e attorno al quale avviene la rotazione della sfera celeste. Per un osservatore posto esattamente al polo nord, a una latitudine di 90°, la stella Polare è posta a un'altezza di 90° rispetto all'orizzonte. L'altezza della Polare è uguale alla latitudine dell'osservatore. Attorno alla stella Polare sembra compiersi il movimento delle stelle, che percorrono delle circonferenze di raggio variabile, fino al valore massimo che si ha per l'equatore celeste, proiezione nella sfera

celeste dell'equatore terrestre e, al pari di esso, definito come la circonferenza (celeste) massima.

L'altezza sull'orizzonte dell'equatore celeste è uguale a un angolo di 90° meno la latitudine dell'osservatore.

Come è stato appena sottolineato, nei pressi del polo nord terrestre il polo nord celeste si trova esattamente sopra la nostra testa, a un'altezza di 90° sopra l'orizzonte. Il punto posto sulla verticale di ogni osservatore è detto ***zenit***: in questo caso, possiamo dire che al polo nord il polo nord celeste si trova allo *zenit*, mentre l'equatore celeste si trova a un'altezza di zero gradi, radente all'orizzonte.

Il polo sud celeste si trova esattamente sotto i nostri piedi, nel punto opposto allo *zenit*, detto ***nadir***.

Il *nadir*, a causa della presenza dell'orizzonte, è sempre invisibile. *Zenit* e *nadir* identificano due punti locali della sfera celeste e non assoluti come il polo nord e il polo sud celeste. In altre parole, se il polo nord, il polo sud e l'equatore celeste sono fissati nella sfera celeste, *zenit* e *nadir* sono punti che non prendono in considerazione le stelle, ma l'orizzonte dell'osservatore, quindi identificano stelle diverse a seconda della latitudine e dell'ora alla quale si osserva.

Rotazione della sfera celeste per un osservatore alle medie latitudini nord.

All’equatore, ad esempio, si ha la situazione opposta. L’equatore celeste ora si trova allo *zenit*, mentre il polo nord ha un’inclinazione di zero gradi, così come il polo sud celeste, dalla parte opposta. Vedremo che solo dall’equatore si riescono a osservare tutte le costellazioni del cielo, mentre ad altre latitudini ci sono stelle che non si alzeranno mai sopra l’orizzonte.

La rotazione della sfera celeste coinvolge tutti i corpi celesti: stelle, Luna, pianeti, Sole. Questi ultimi, tuttavia, sono soggetti ad altri moti (reali e apparenti).

Il Sole, ad esempio, sembra percorrere un percorso con un periodo di un anno, chiamato eclittica. Questo movimento è apparente e dovuto alla rotazione della Terra intorno alla nostra Stella, che rimane invece fissa.

Il moto dei pianeti del Sistema Solare nella sfera celeste è la somma del moto di rivoluzione della Terra e della rivoluzione degli stessi intorno al Sole. Tutti i pianeti si trovano nei pressi di una linea immaginaria denominata eclittica e come vedremo questo è un buon punto di partenza per rintracciarli a occhio nudo.

Il moto apparente di Marte nel corso dei mesi, lungo la zona dell'eclittica, è la sovrapposizione del moto orbitale del pianeta e quello orbitale terrestre, entrambi intorno al Sole.

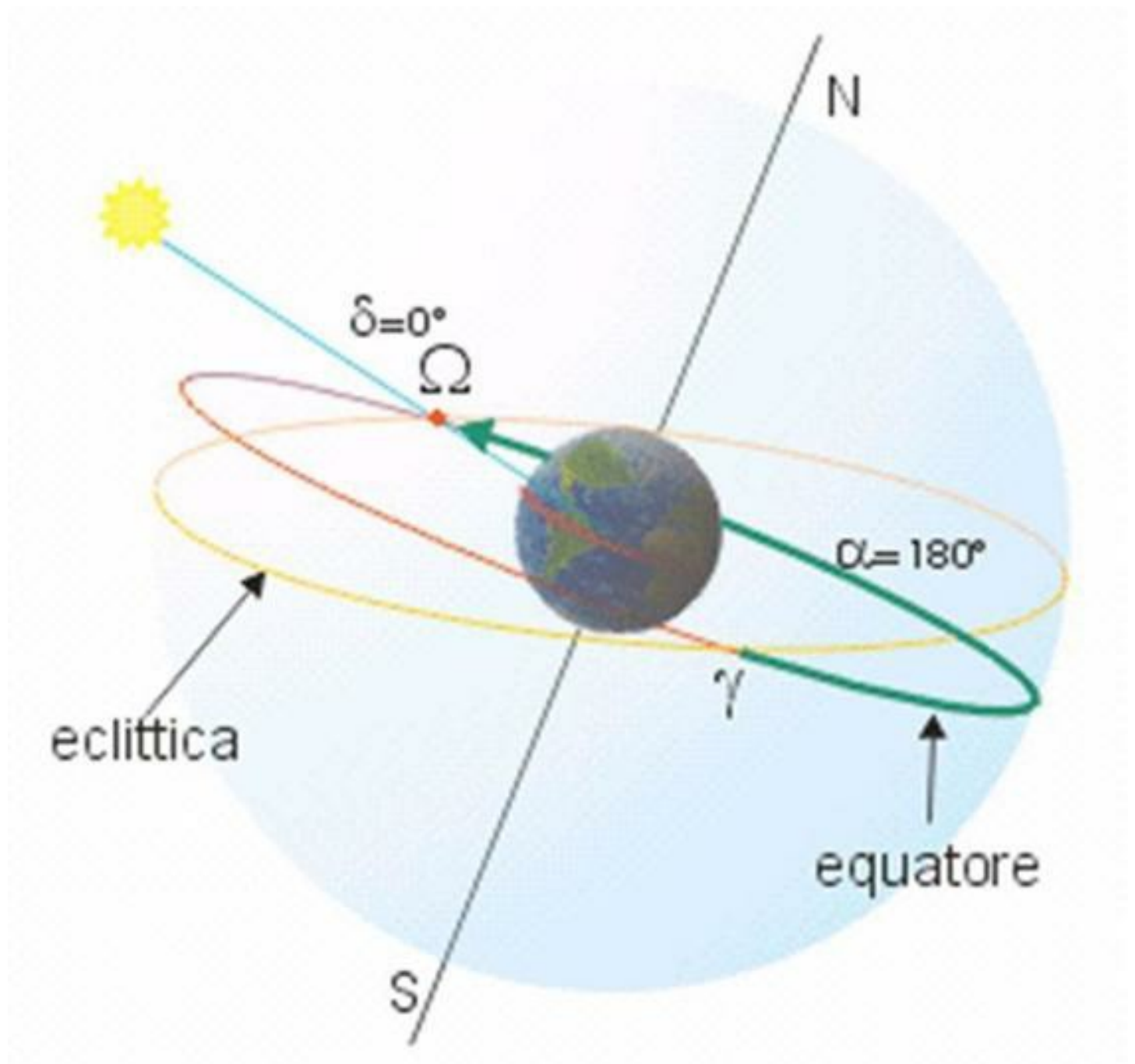
L'eclittica è la linea che interseca le famose 12 costellazioni

zodiacali (in realtà sono 13, c'è anche *Ofiuco*), nient'altro che la proiezione dell'orbita terrestre sulla sfera celeste.

L'eclittica non è una linea regolare, ma si sposta fino a 23° e 27' a nord e a sud dell'equatore celeste nel corso di un anno, attraversandolo due volte in prossimità degli equinozi. Questo percorso è causato dall'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano orbitale ed è alla base del ciclo stagionale terrestre.

I punti di massima e minima altezza dell'eclittica vengono detti solstizi, quelli in cui interseca l'equatore celeste equinozi, perché in prossimità di essi il giorno e la notte hanno la stessa durata.

A seconda della posizione del nostro pianeta nella sua orbita, in un certo periodo dell'anno, a un'ora fissata, saranno visibili costellazioni che non saranno osservabili in altri mesi. Tutta la sfera celeste, infatti, nel corso di un anno sembra spostarsi lentamente verso ovest se osserviamo sempre alla stessa ora.

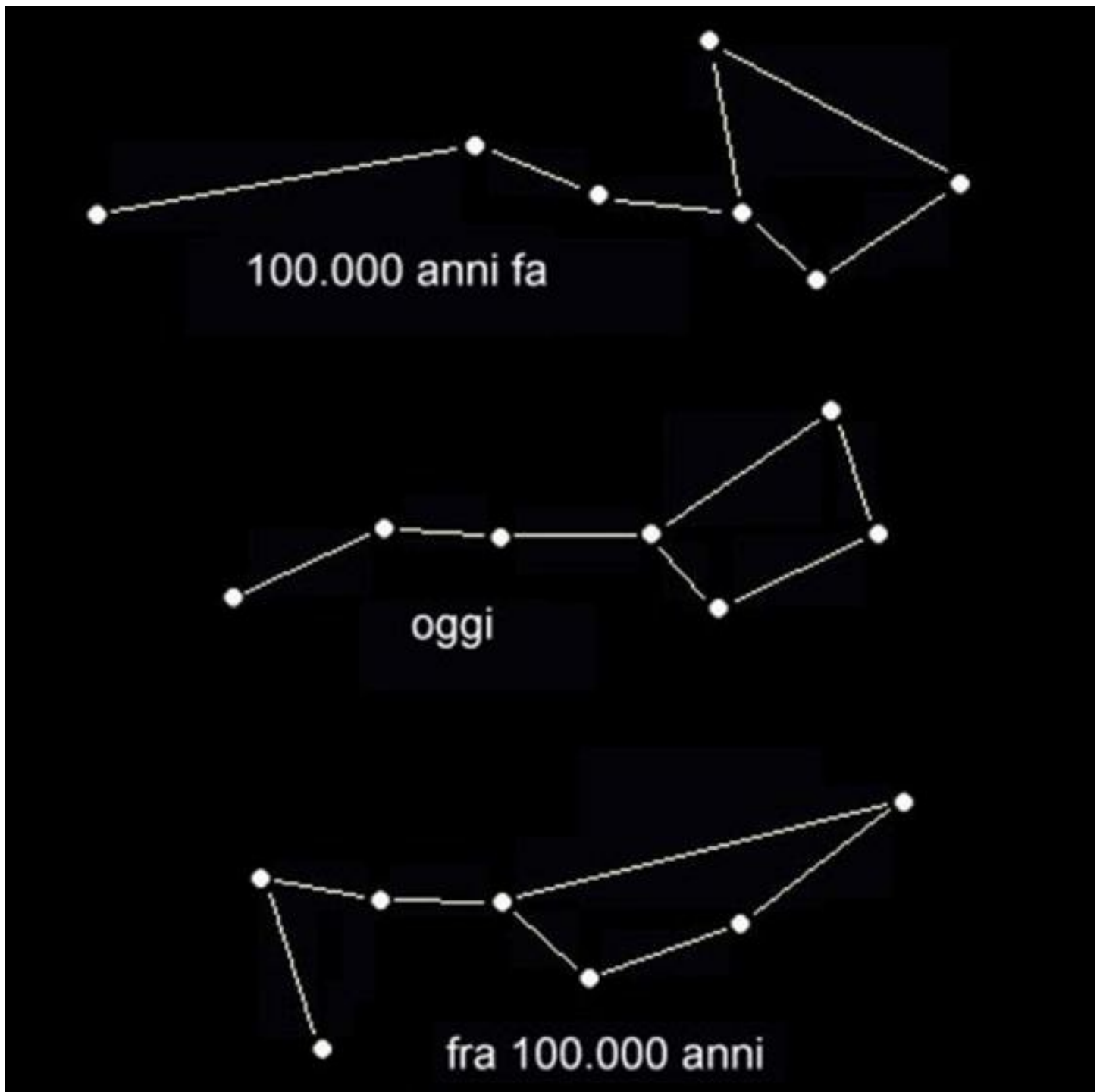
Questo lento movimento è dovuto alla distanza che la Terra, ogni giorno, percorre attorno al Sole, pari a 2,6 milioni di km! Di conseguenza, tutte le costellazioni si spostano verso ovest anticipando il sorgere e il tramonto di 4 minuti ogni giorno. Non è difficile capire, quindi, come il cielo primaverile sia totalmente diverso da quello autunnale. Ad esempio, *Sirio*, la stella più brillante del cielo, sorge in prima serata in inverno. Ogni giorno sorge 4 minuti prima, fino a quando in primavera si eleva sopra l'orizzonte ormai verso mezzogiorno. Nelle notti estive sorge e tramonta insieme al Sole, tanto da risultare invisibile, per riapparire ad Agosto, bassa sull'orizzonte che si tinge dei colori dell'alba.

L’eclittica è una linea immaginaria che percorre il Sole nell’arco di un anno. In realtà, l’eclittica è la proiezione dell’orbita terrestre sulla sfera celeste.

Se riuscissimo a osservare attentamente e per molti anni le posizioni reciproche delle stelle nella sfera celeste, riusciremmo a capire che anche esse si muovono nel cielo, variando le loro posizioni reciproche. Questo moto è diverso da quello della Terra e del Sistema Solare e dipende dalle dinamiche della nostra Galassia. Tutte le stelle che possiamo osservare nel cielo appartengono a questa grandissima isola di stelle chiamata

Galassia o Via Lattea. Qualcosa come 200 miliardi di stelle ruotano attorno al centro della Galassia, compreso il Sole, con velocità differenti; è questo il motivo per il quale le posizioni cambiano inesorabilmente nel corso dei secoli.

Non solo le posizioni, ma anche il ciclo vitale delle stelle partecipa al cambiamento del cielo. Le grandi stelle azzurre non vivono per più di qualche decina di milioni di anni, terminando la loro esistenza con immani esplosioni dette *supernovae*, distruggendosi quasi completamente.

Due milioni di anni fa, ad esempio, *Betelgeuse*, stella rossa di Orione, era meno brillante e di un colore diverso rispetto all'odierno arancio, preludio a un immenso scoppio che tra qualche migliaio di anni cancellerà questa gemma per sempre dai nostri cieli.

Sembra impossibile, ma il cielo che potevano osservare i primi ominidi, circa 2 milioni di anni fa, era piuttosto diverso da quello attuale ed era ancora diverso dal cielo sotto il quale si sono prima evoluti e poi estinti i dinosauri: le stelle avevano posizioni diverse, alcune colori diversi, altre ancora non erano nate e alcune sono scomparse per sempre in questo piccolo intervallo di tempo cosmico.

La costellazione dell’Orsa maggiore, come era nel passato, come appare oggi, e come sarà nel futuro.

Stimare le distanze nel cielo

I nostri occhi sono strumenti potentissimi che possono farci scoprire e imparare moltissime cose, prima ancora di comprare qualsiasi strumento ottico. L'occhio umano ci permette di apprendere le fondamenta dell'astronomia osservativa e di godere di spettacoli che nessun telescopio è in grado di dare. Ecco alcuni esempi:

1) Cominciare a orientarci. Il cielo è un luogo estremamente vasto, nel quale è necessario abituarsi a stimare distanze, coordinate, riconoscere gli oggetti tramite le costellazioni e le stelle più luminose. Senza questo allenamento è praticamente impossibile utilizzare con profitto un telescopio.
2) Identificare i pianeti e capire il meccanismo delle fasi lunari.
3) Osservare grandi ammassi aperti e la Via Lattea, che soprattutto d'estate mostra uno spettacolo davvero unico. Nessuno strumento astronomico ha il campo necessario per inquadrare tutta la nostra Galassia.

Orientarsi correttamente nel cielo è simile al sapersi orientare nelle strade di una grande città. Le prime volte occorrerà molta pazienza e un certo tempo per ambientarsi, capire come muoversi e quali sono le strade migliori; poi, mano a mano che abbiamo acquisito la giusta padronanza e conoscenza sapremo apprezzare in pieno le opere d'arte che incontreremo sulla nostra strada, non dovendo più destinare la nostra attenzione al percorso da seguire.

Orientarsi in cielo è forse più complesso che orientarsi tra le strette vie di una città d'arte, come Firenze, Venezia o Roma, più che altro perché non ci sono indicazioni che ci dicono dove

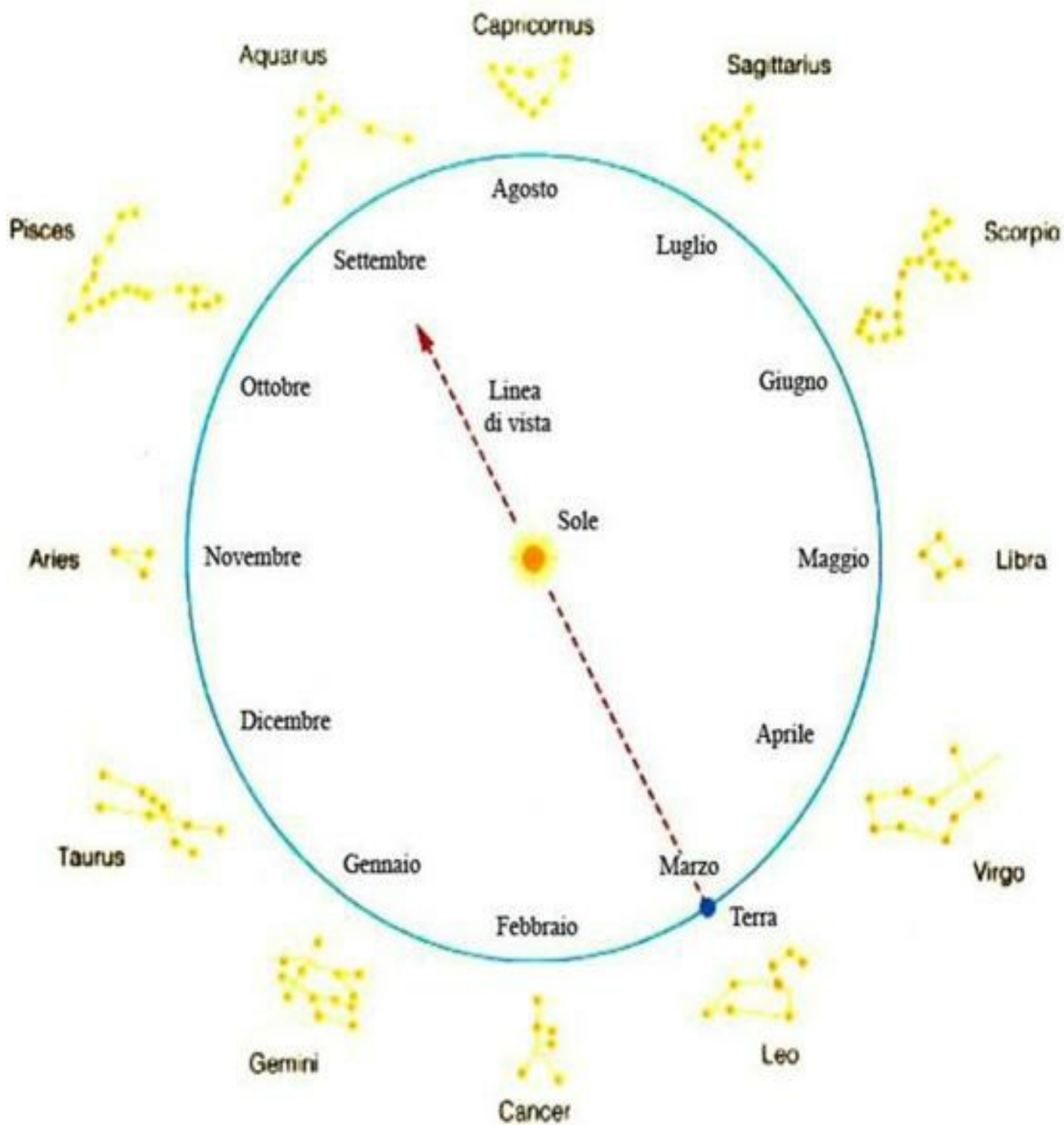
andare.

Le indicazioni del cielo sono le stelle brillanti e le vie per orientarsi sono le costellazioni.

Prima di conoscere i nomi delle strade è opportuno sapere quali stelle possiamo trovare in una determinata notte. Il cielo, infatti, cambia nel corso dei giorni: i nostri punti di riferimento devono necessariamente adattarsi al periodo nel quale decidiamo di osservare.

Un buon punto di partenza è capire quali sono le costellazioni sicuramente non visibili, perché in quel periodo dell'anno vi si trova proiettato il Sole.

Quando la nostra stella si trova nei pressi di una costellazione zodiacale, essa e tutte quelle adiacenti non sono visibili.

Le costellazioni meglio visibili saranno poste dalla parte opposta, "dietro" la Terra, dette in opposizione. Viceversa, quando un corpo celeste è esattamente nella direzione del Sole si dice che è in congiunzione e non può venire osservato per almeno un mese.

Posizione del Sole e visibilità delle costellazioni zodiacali. A causa del movimento orbitale della Terra cambiano le costellazioni visibili nel corso dell'anno.

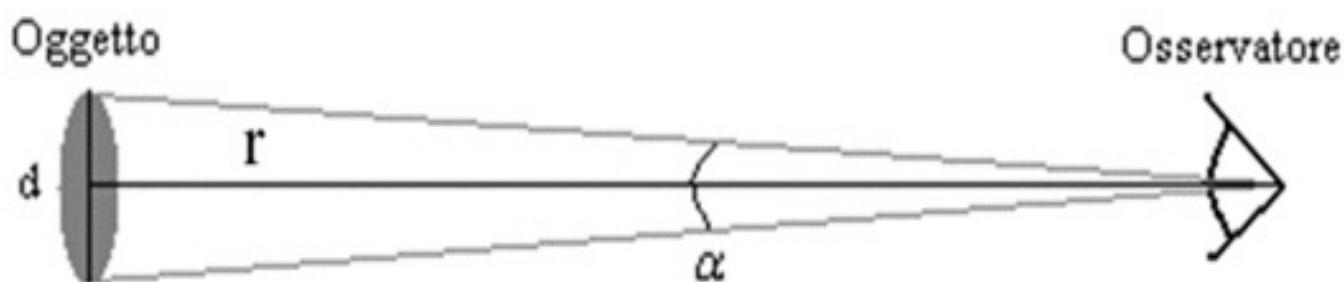
Distanze e dimensioni apparenti

Abbiamo già detto che tutti gli oggetti del cielo notturno ci appaiono alla stessa distanza sulla sfera celeste.

A questo punto una domanda potrebbe sorgere spontanea: come facciamo a stimare le distanze degli oggetti? Ad esempio, come determiniamo la distanza tra due stelle di una costellazione?

Quando dobbiamo orientarci nel cielo, poco o nulla serve sapere quale è la distanza in chilometri di un pianeta o di una stella, perché queste unità di misura non servono per orientarci.

Ai fini pratici, quindi, parleremo di misure apparenti, misurando la separazione tra due astri come se si trovassero alla stessa distanza.

La misura delle distanze apparenti non si effettua più in km o anni luce, ma in gradi: in altre parole, misuriamo la separazione angolare tra due oggetti celesti. Il “gioco” è abbastanza semplice da capire: se la sfera celeste è, appunto, una sfera, ha dimensioni apparenti di 360° (il simbolo ° si legge “gradi”). A causa della presenza dell’orizzonte, noi possiamo vedere, a una certa ora, solamente metà di questa cupola, quindi 180° (la distanza tra due punti opposti dell’orizzonte). La distanza angolare tra l’orizzonte e il punto verticale sulla nostra testa (*zenit*) sarà sempre di 90°.

Dimensioni angolari: qualsiasi oggetto esteso che dista *r* dall'osservatore si mostra ai nostri occhi secondo un angolo α; questo angolo definisce le sue dimensioni apparenti.

Allo stesso modo, misurando l'angolo tra due stelle possiamo facilmente dire quale è la loro separazione angolare, o separazione apparente. Usando questo artificio siamo in grado di esprimere in modo molto semplice ed efficiente le separazioni angolari di stelle, pianeti e costellazioni, ovvero di tutto quello che possiamo osservare nel cielo: un ottimo metodo per trovare in modo relativamente semplice tutti gli oggetti visibili!

Tutte le distanze apparenti in cielo vengono espresse in gradi. L'astrofilo deve capire a quanto corrisponde un grado, altrimenti trovare, ad esempio, Saturno a circa 20° ad est di Regolo, la stella più brillante del Leone, diventa un'indicazione incomprensibile.

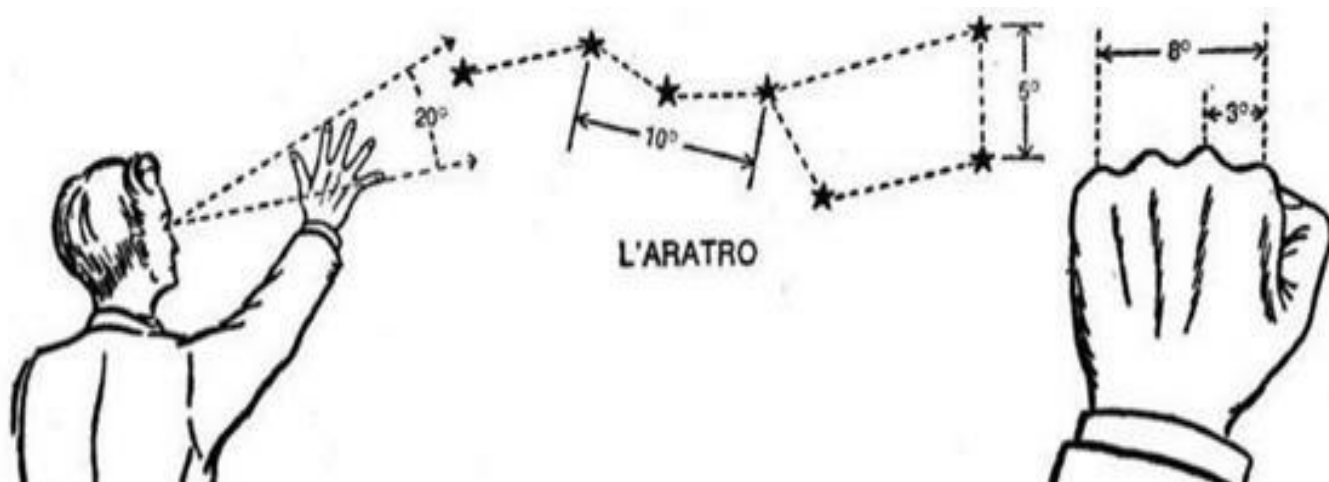
Senza doversi portare strumenti per la misura degli angoli, è sufficiente avere dei punti di riferimento in cielo di cui conosciamo le dimensioni apparenti:

1) Le dimensioni della Luna piena sono di circa mezzo grado.
2) Il palmo aperto di una mano, con il braccio teso, corrisponde a circa 20°.

3) Un pugno chiuso con il braccio teso corrisponde a circa 8°. La distanza tra la nocca dell’indice e del medio a circa 3°.

4) La distanza tra la seconda e la quarta stella del grande carro, l’asterismo più evidente del cielo, corrisponde a circa 10°.

Questi 4 indicatori dovrebbero essere sufficienti, dopo un’opportuna pratica, per permettervi di muovervi in modo molto più semplice.

È sufficiente conoscere i punti cardinali e una o due costellazioni “strategiche” per risalire, attraverso le distanze angolari, a qualsiasi altro oggetto del cielo.

Alcuni semplici metodi per stimare le proporzioni in cielo.

Anche le dimensioni degli oggetti celesti, tra cui la Luna, il Sole e i pianeti, vengono espresse utilizzando l’angolo sotto cui vengono visti i loro dischi, ovvero secondo le dimensioni apparenti.

Visto che i dischi dei pianeti sottendono angoli molto piccoli, si usa misurare le loro dimensioni apparenti in minuti d’arco o secondi d’arco, entrambi sottomultipli di un grado. In particolare, un grado è formato da 60 minuti d’arco (simbolo ’); un minuto

d’arco è composto da 60 secondi d’arco (simbolo ”), cosicché un grado è composto da 3600 secondi d’arco. Un secondo d’arco è un angolo molto piccolo: un CD-rom visto alla distanza di 40 km sottende un angolo di 1 secondo d’arco! Le dimensioni medie apparenti dei pianeti sono di 40” per Giove, 18” per Marte, 45” per Saturno con il suo sistema di anelli. Solo Venere, nei momenti in cui si trova vicino alla Terra, può arrivare ad 1’. Il Sole, come la Luna, ha dimensioni apparenti di circa mezzo grado.

Le coordinate astronomiche

Le distanze angolari e i trucchi per stimare tali distanze sono uno strumento molto utile, ma non sufficiente, per orientarsi in cielo.

Per riconoscere gli oggetti del cielo senza difficoltà sia a occhio nudo che, successivamente, con un telescopio, dobbiamo identificare un sistema di coordinate che possiamo considerare come un miglioramento delle misurazioni, un po’ approssimate, fatte fino a ora.

Abbiamo visto che la sfera celeste è la proiezione dei moti e delle geometrie della Terra, compresi i poli e l’equatore.

Possiamo a questo punto completare l’analogia e utilizzare il sistema della latitudine e longitudine terrestre per la sfera celeste.

Questo sistema prende il nome di coordinate equatoriali. La latitudine è identificata con il nome declinazione, la longitudine con il nome ascensione retta.

La declinazione rappresenta, in modo analogo alla latitudine terrestre, l’angolo di un astro misurato a partire dall’equatore celeste.

L’ascensione retta, controparte celeste della longitudine, rappresenta l’angolo rispetto a un meridiano di riferimento. Per la superficie terrestre si ha il meridiano di *Greenwich*, per il cielo si prende il cosiddetto punto gamma, un punto (immaginario) nella costellazione dei Pesci, a cavallo dell’equatore celeste, nel quale il Sole si trova proiettato il giorno dell’equinozio di primavera, il 20 o il 21 marzo.

La geometria e le proprietà del sistema equatoriale sono particolari, perché ogni oggetto celeste ha coordinate fissate, che non dipendono dall’osservatore, ne dalla sua posizione. Queste

coordinate sono quindi assolute, ma sono poco pratiche a volte da utilizzare perché si muovono nel cielo, visto che la sfera celeste ruota. Di conseguenza, se fissiamo un punto qualsiasi, le coordinate equatoriali di quel punto cambieranno continuamente, perché "ancorate" gli oggetti celesti.

Il sistema di coordinate altazimutali ribalta completamente il discorso, prendendo come riferimento dei punti rispetto all'orizzonte dell'osservatore, che quindi resta fisso nel corso della notte. Come è facile capire, questo sistema di coordinate ha il vantaggio di restare "ancorato" all'orizzonte dell'osservatore, ma il grande svantaggio è che ogni osservatore misurerà, a seconda della sua posizione sulla Terra, coordinate diverse.

Nel sistema di coordinate altazimutali si ha l'altezza, ovvero l'elevazione della stella rispetto alla linea dell'orizzonte, e l'azimut, la distanza orizzontale rispetto al punto cardinale sud, che possiede quindi per definizione azimut pari a 0°. Secondo queste convenzioni, l'est ha azimut pari a 90°, il nord 180°, l'ovest 270° (o -90°).

Sistema di coordinate altazimutali (relative): la posizione di ogni astro si esprime con l'altezza, in gradi, rispetto all'orizzonte dell'osservatore, e la distanza rispetto al punto cardinale sud (azimut).

Le coordinate equatoriali sono uguali per ogni osservatore sulla superficie terrestre e prescindono dal moto della Terra, proprio come la latitudine e la longitudine.

In realtà, a causa di un moto "secondario" dell'asse terrestre, detto precessione (che vedremo tra qualche pagina) anche le coordinate equatoriali cambiano leggermente nel corso del tempo.

Gli astronomi professionisti per trovare con precisione gli oggetti celesti devono tenere conto di questo lento spostamento della sfera celeste.

Nel sistema di coordinate altazimutali, invece, le coordinate di ogni astro cambiano nel tempo a causa della rotazione terrestre e da un osservatore a un altro. Se a mezzanotte di un giorno fissato una stella ha altezza di 42°, per un osservatore che si trova a Roma, la stessa stella, allo stesso tempo, avrà un'altezza di 0° per un osservatore che si trova all'equatore!

Costellazioni

Questa rubrica è tratta dal libro: "La mia prima guida del cielo".

Se avete un telescopio, magari da poco tempo, e volete cercare degli oggetti che non sapete come trovare, questa è la sezione che fa per voi.

Ogni mese, compatibilmente con il periodo dell'anno in cui verrà rilasciato il nuovo numero, troverete uno zoom su due costellazioni interessanti, con una mappa contenente stelle fino alla magnitudine 7 e oggetti fino alla magnitudine 11, una breve descrizione, un cenno ai racconti mitologici (qualora presenti) e una lista, completa di immagini e disegni, degli oggetti del cielo profondo più facili da osservare.

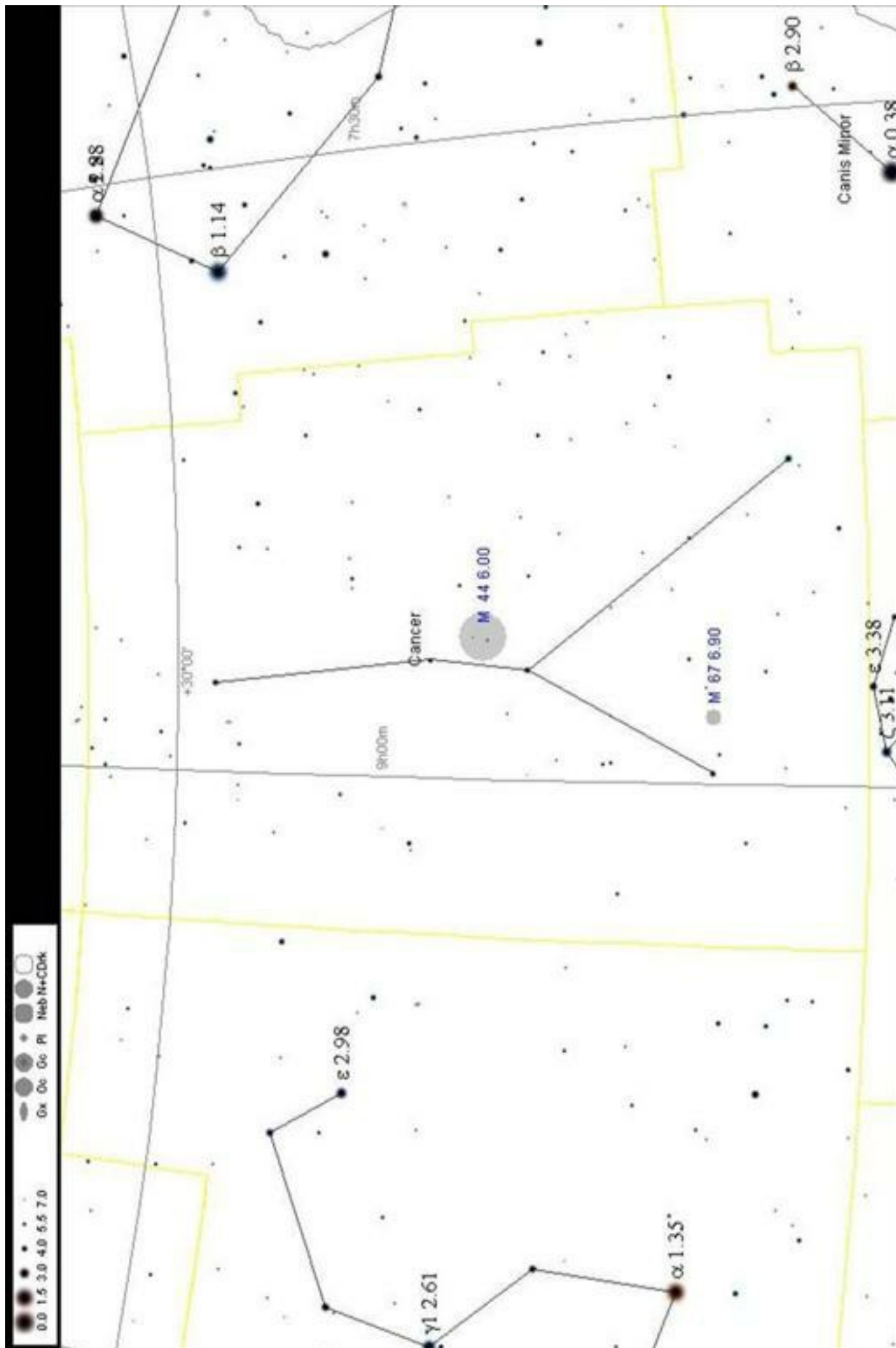
Tutti gli oggetti deep-sky elencati sono alla portata anche di un piccolo strumento da 10 centimetri di diametro, e se avete una buona vista e un cielo scuro anche di un classico binocolo 10X50.

Non troverete immagini professionali, ma spesso disegni effettuati da altri osservatori con telescopi amatoriali. In questo modo spero di evitarvi il pericolo più grande dell'astronomia pratica: creare false aspettative.

L'osservazione visuale, infatti, non è neanche lontana parente della fotografia astronomica, in particolare per quanto riguarda i colori, invisibili quasi completamente con qualsiasi telescopio si osservi. Ma l'idea di poter osservare con i propri occhi, attraverso il proprio strumento, e quasi toccare quell'indistinto batuffoletto irregolare, che in realtà è un oggetto reale, posto a distanze inimmaginabili e di dimensioni inconcepibili appartenente a un Universo meravigliosamente perfetto, regala una soddisfazione che nessuna macchina fotografica o schermo di computer potranno mai regalare, né

ora, né mai.

Cancer – Cancro	In meridiano alle 22 del 1 Marzo

0.0 1.5 3.0 4.0 5.5 7.0
Gx Oc Gc Pl Neb N+CDrk
β 1.14
+30°00'
ε 2.98
γ1 2.61
9h00m
Cancer
M 44 6.00
α 1.35
M 67 6.90
β 2.90
Canis Minor
ε 3.38
α 0.38

Descrizione

La mitologia greca narra che il Cancro, una specie di granchio, fu mandato sulla Terra dagli dei a disturbare Ercole, impegnato nella battaglia contro il mostro Idra. L'eroe lo schiacciò con un piede, ma la regina degli dei, Hera, per ricompensarlo lo collocò tra le stelle.

Il Cancro è una debole costellazione dello zodiaco, stretta tra le appariscenti costellazioni dei gemelli (ad ovest) e del leone (ad est), formata da 5 stelle piuttosto deboli da osservare se non si dispone di un cielo abbastanza scuro.

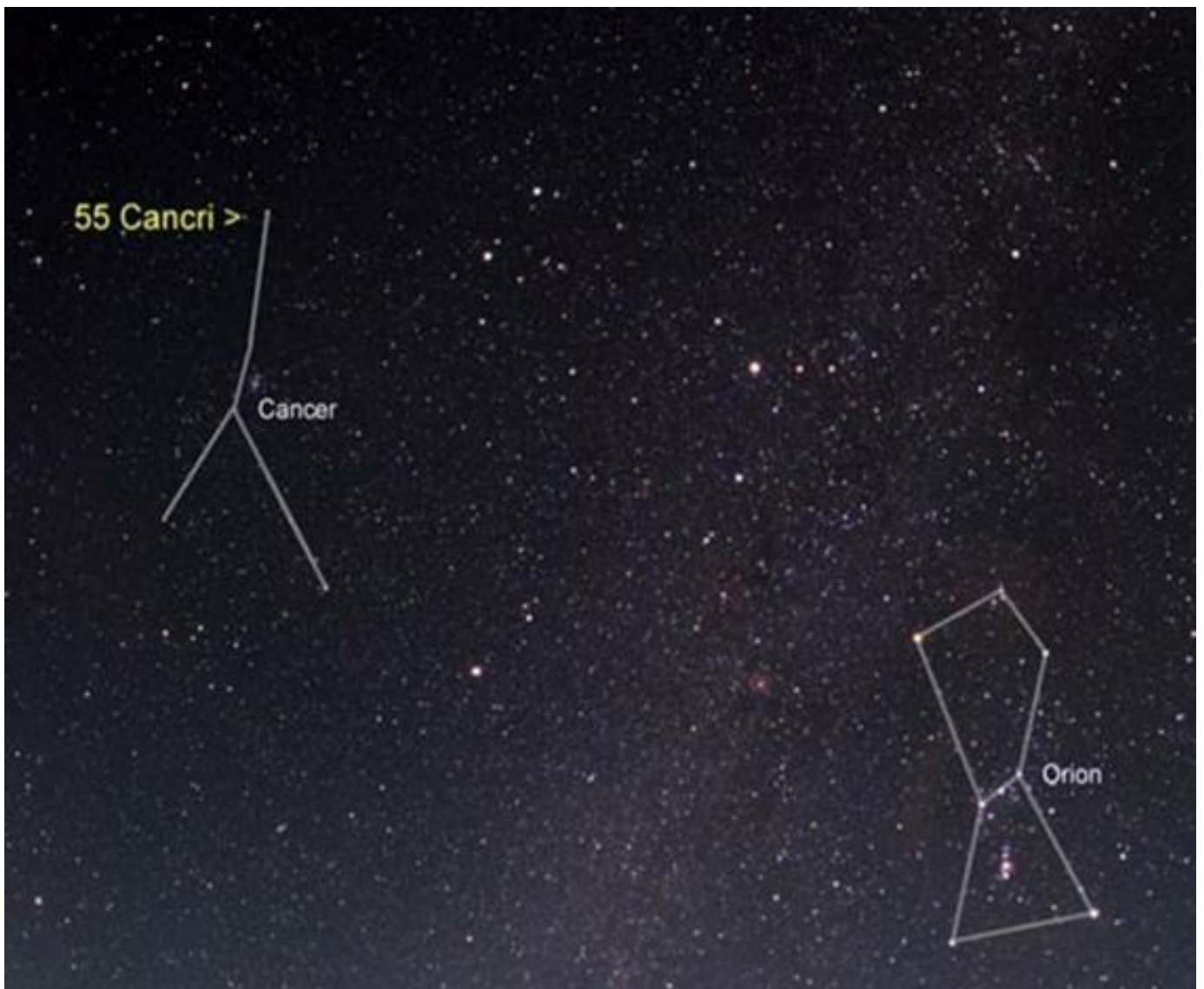
Oggetti principali

M44: Il famoso ammasso aperto soprannominato presepe è più vistoso della costellazione stessa, essendo facilmente visibile ad occhio nudo come una piccola nube poco a nord-ovest della stella delta della costellazione.

Obiettivo bellissimo con un binocolo ed un telescopio a modesti ingrandimenti. Esteso per circa 1° e mezzo, ha un diametro apparente oltre 3 volte superiore a quello della Luna piena. Le 200 stelle di cui è composto sono tutte alla portata di uno strumento di appena 80 mm, utilizzato ad ingrandimenti modesti.

L'ammasso aperto M44 è semplice da individuare anche ad occhio nudo

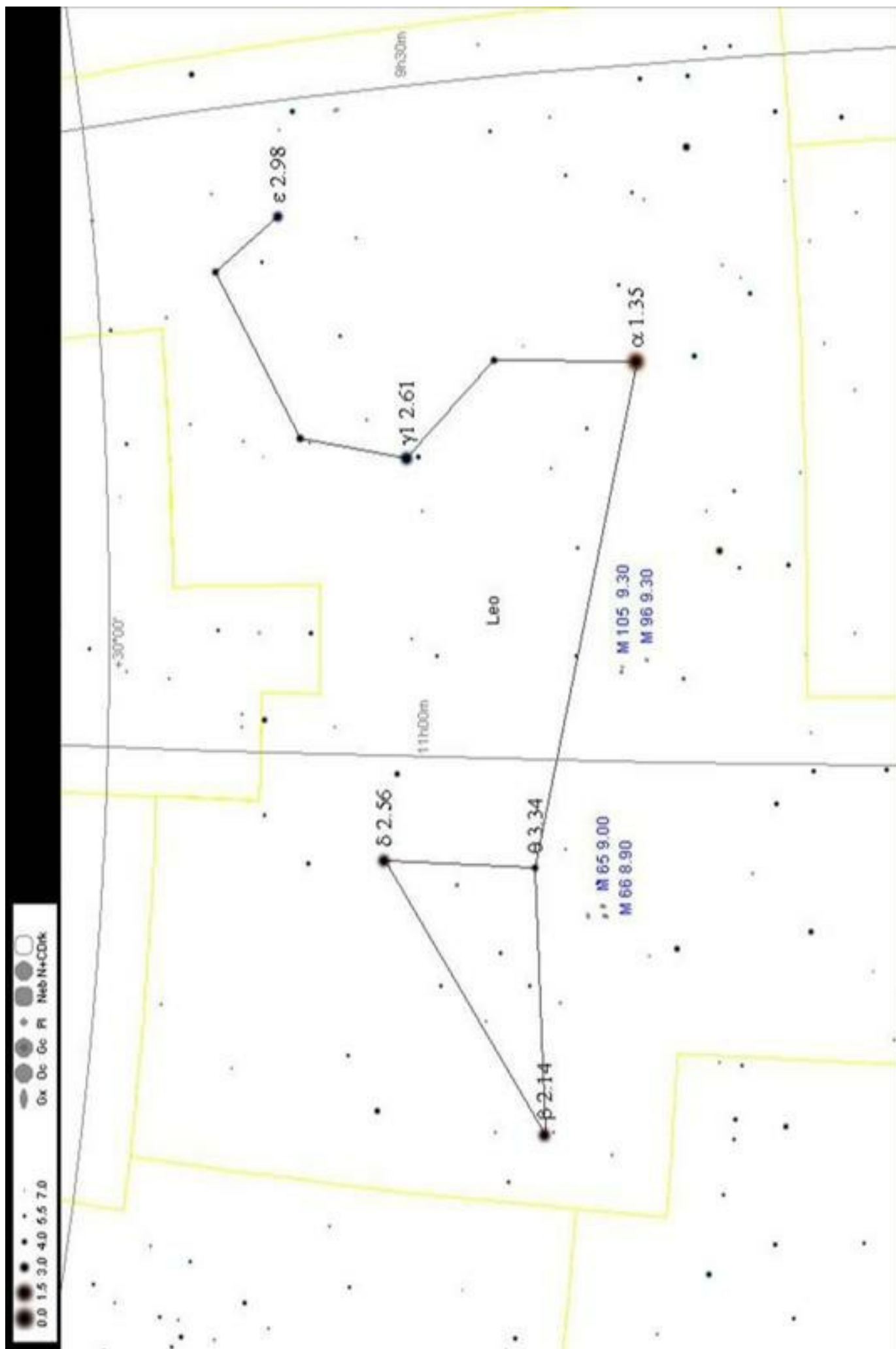
nel centro della costellazione del Cancro.

M67: Altro ammasso aperto, molto diverso rispetto al collega M44. In questo caso si tratta di un oggetto compatto e più debole, formato da stelle abbastanza vecchie; un'eccezione per questa classe di oggetti, tipicamente popolati da stelle molto giovani (qualche decina di milioni di anni contro qualche miliardo di quelle più "mature"). La migliore visione si ottiene con un telescopio di almeno 80 mm di diametro a 50 ingrandimenti. In un'area grande come la Luna piena potrete contare qualche centinaio di deboli stelle.

La debole costellazione del Cancro racchiude altri oggetti interessanti, come 55 Cancri, una stella di quasi sesta magnitudine, molto vicino alla stella

iota (“la punta” della Y rovesciata della figura mitologica).

Leo e Leo Minor – Leone e leone minore	In meridiano alle 22 del 1 Aprile

0.0 1.5 3.0 4.0 5.5 7.0
Gx Oc Gc Pl Neb N+CDrk
+30°00'
ε 2.98
δ 2.56
γ1 2.61
9h30m
11h00m
Leo
β 2.14
θ 3.34
M 65 9.00
M 66 8.90
M 105 9.30
M 96 9.30
α 1.35

0.0 1.5 3.0 4.0 5.5 7.0
Gx Oc Gc Pl Neb N+CDrk
4449 9.60
4490 9.80
4214 9.80
ψ 3.01
λ 3.45
μ 3.06
11h00m
9h30m
α 3.13
2683 9.80
ν 3.48
Leo Minor
+30°00'
3344 9.90
ε 2.98
ζ 3.44
2903 9.00
δ 2.56

Descrizione

Molti popoli dell'antichità riconoscevano in questa costellazione il re della giungla, compresi i Babilonesi.

La mitologia greca afferma che si tratta del leone Nemeo, sconfitto da Ercole durante la prima delle sue dodici fatiche.

Il Leone è una delle costellazioni zodiacali dove al tempo degli antichi Babilonesi vi cadeva il solstizio d'estate (ora nel Toro).

Le sue stelle sono brillanti e facilissime da riconoscere nel cielo primaverile. In effetti si tratta di una delle poche costellazioni realmente somiglianti alla figura che rappresenta!

Vi si trovano proiettate molte galassie, alcune belle da osservare.

Il Leone Minore è invece una costellazione recente, introdotta da *Hevelius* nel XVII secolo.

Oggetti principali

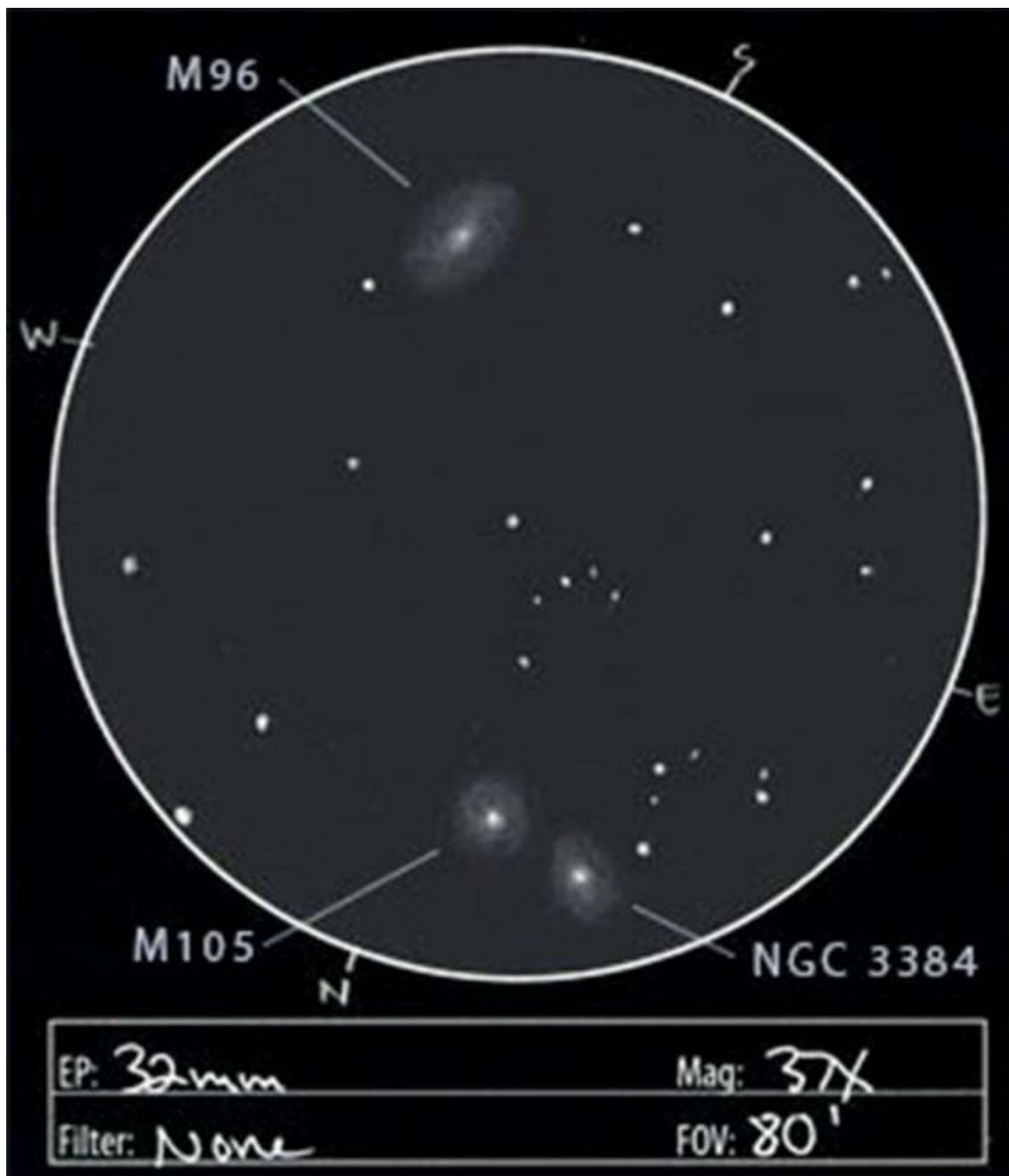
M65: Galassia a spirale molto brillante, che divide questa zona di cielo con M66 ed NGC 3628: insieme formano il famoso tripletto del Leone. M65 è la componente più brillante e facile da osservare, persino con un binocolo. Evidente con ogni telescopio da almeno 80 mm, appare di forma nettamente allungata.

M66: Seconda componente del tripletto. Altra galassia a spirale vista quasi di faccia. Evidente con ogni telescopio, mostra quale dettaglio a strumenti di 200 mm.

NGC3628: La componente più debole, sfuggì all’occhio di *Messier* durante le osservazioni.

Si tratta di un’altra spirale, questa volta vista di profilo. Visibile con strumenti modesti, è relativamente brillante con telescopi da 150 mm; mostra una sottile banda scura di polveri a diametri da 250 mm.

Il “tripletto” del Leone, osservato con un telescopio da 200 mm.

M95-96-105: Galassie ellittiche deboli ma visibili anche in strumenti di modesto diametro. Come ogni ellittica, l’osservazione non è molto appagante, neanche attraverso grandi telescopi. Sono tutte e tre piuttosto vicine (angolarmente) e mostrano un nucleo centrale puntiforme circondato da un debolissimo alone.

M96 ed M105 osservate con un telescopio da 150 mm.

Leonini: Sciame meteorico piuttosto famoso, che manifesta il massimo nella notte tra il 17 e il 18 Novembre di ogni anno, da

osservare rigorosamente ad occhio nudo. L'attività delle leonidi è normalmente moderata, con medie di circa 40-50 meteore l'ora.

Ad intervalli di tempo 33 anni, tuttavia, lo sciame diventa spettacolare a seguito del passaggio ravvicinato della cometa *Tempel-Tuttle* da cui è generato, aumentando notevolmente il numero di meteore visibili in un'ora. Nel 1966 gli osservatori americani hanno assistito ad un evento senza precedenti. Nel momento di massima attività dello sciame, in un'ora sono state registrate ben 140000 meteore, 40 al secondo; uno degli spettacoli più belli e grandiosi di tutti i tempi!

Astrofotografia

Questa classica sezione sarà il contenitore nel quale convoglieranno preziosi consigli sul come intraprendere la difficile ma estremamente appagante strada della fotografia astronomica.

Inizieremo dal basso, da alcune semplici applicazioni, per poi giungere, insieme, alle tecniche necessarie per ottenere le splendide immagini che è possibile ammirare in rete.

Imaging con tecniche non convenzionali

Abbiamo avuto modo di accennare nel primo volume come l'imaging degli oggetti dell'Universo, dai pianeti alle lontane galassie, preveda tecniche e strumentazione molto differenti rispetto alle normali fotografie naturalistiche. In particolare, abbiamo notato che per l'imaging dei corpi del sistema solare occorrano camere planetarie appositamente progettate o alcune webcam opportunamente modificate rimuovendo il loro obiettivo. Molto peggio per gli oggetti dello spazio profondo, milioni di volte meno luminosi di qualsiasi scena diurna, per i quali occorrono camere di ripresa appositamente progettate e tempi di esposizione superiori a diverse decine di minuti. Negli anni passati, quando ancora la tecnologia digitale non aveva conquistato il mercato mondiale, la situazione era ancora peggiore: occorreva scegliere delle pellicole appositamente progettate per uso astronomico, magari da sottoporre al lungo e tedioso processo di ipersensibilizzazione.

Per ottenere una ripresa accettabile occorreva sottoporsi a vere e proprie torture, come la guida manuale attraverso un telescopio in parallelo, su cui era montato un reticolo illuminato, che poteva andare avanti anche per oltre un ora. Le riprese degli oggetti del sistema solare erano molto difficoltose anche con i più avanzati strumenti professionali e raramente si raggiungevano risoluzioni migliori di 1”. In questi anni, e a maggior ragione nell'immediato futuro, la tecnologia digitale ha rimpiazzato la vecchia pellicola ed ha avuto uno sviluppo sorprendente anche in campi e situazioni che non si potevano neanche immaginare. Un esempio particolarmente significativo: i sensori di ripresa digitale si trovano su ogni telefono cellulare e sono accessibili anche a

costi irrisori.

Ci si domanda allora se le strade tra fotografia dilettantistica naturalistica e astronomica siano ancora così tanto separate, come spesso si è portati a pensare. In effetti ciò non è fortunatamente più vero; la fotografia astronomica non è più solo appannaggio di strumentazione particolare. Abbiamo visto l'esempio più eclatante con le webcam, ma se ciò non bastasse, ecco ancora qualche esempio che forse potrà stupire ancora di più.

Tutti i sensori di ripresa digitale possono essere utilizzati per effettuare delle riprese astronomiche; naturalmente, poiché essi non sono ne natii ne adattabili allo scopo (come alcune webcam) i risultati saranno limitati sia in qualità che in quantità, ma ciò dimostra che tutti possono ottenere, anche solo come piacevole ricordo, una fotografia di un eclisse, di un cratere lunare o di una protuberanza solare.

Naturalmente occorre disporre sempre della materia prima, dalla quale non si può prescindere, cioè uno strumento completo, composto dal tubo ottico (il telescopio vero e proprio) ed una montatura equatoriale, possibilmente motorizzata.

Il metodo afocale

Una fotocamera digitale compatta molto economica, addirittura le fotocamere dei telefoni cellulari possono essere utilizzare con discreto successo nell'imaging dei corpi più luminosi, quali il Sole, la Luna e qualche congiunzione a grande campo. Il loro impiego sui pianeti è limitato, poiché la qualità delle immagini offerta non è adeguata; nonostante tutto, si possono riprendere gli anelli di Saturno, le fasi di Venere o le bande di Giove. Tutte le camere digitali alle quali non si può togliere l'obiettivo, contrariamente alla tecnica webcam, possono essere utilizzate con il cosiddetto metodo afocale, che consiste

nell'interporre all'obiettivo del telescopio un oculare e l'obiettivo della propria fotocamera; in altre parole si tratta il proprio sensore digitale, munito di obiettivo, alla stregua dell'occhio umano, che per osservare ha bisogno di un oculare. Si potrebbe allora obiettare: se è così semplice, perché nella tecnica classica non si utilizza questo metodo invece di smontare l'obiettivo di ogni camera di ripresa? Le risposte sono sostanzialmente due:

- il metodo, benché applicabile, non produrrà mai immagini della stessa qualità rispetto alla tecnica classica, a causa della presenza di un forte numero di lenti interposte, le quali, oltre a causare un significativo assorbimento di luce, introducono inevitabili difetti ottici, soprattutto quelle degli obiettivi economici di webcam e telefoni cellulari.
- Nel caso di riprese del cielo profondo, subentra anche il fattore ingrandimento: l'immagine, con il metodo afocale, verrebbe ingrandita di troppe volte, oltre a perdere molta luminosità a causa del grande numero di lenti. E' bene infatti chiarire che, sebbene possano essere trattate con i più avanzati trattamenti antiriflesso, ogni lente (o specchio) assorbe in media tra il 5 e il 15% della luce incidente. Interporre un sistema composto da: obiettivo del telescopio (almeno 2 elementi), oculare (5-7 elementi) e obiettivo della fotocamera (almeno 3-4 elementi) significa perdere oltre il 50% della luce.

Da questi due punti emerge quindi che il metodo afocale deve essere l'ultima spiaggia per chi desidera effettuare riprese astronomiche con la propria fotocamera: in tutte le altre situazioni è bene evitarlo.

I risultati

Le normali fotocamere compatte sono gli strumenti ideali per mettere in pratica il metodo afocale: ponete un oculare nel vostro telescopio, puntate la Luna (o il Sole, ma con un filtro!!), appoggiate sull'oculare la vostra fotocamera con la mano più ferma possibile e…scattate! Fate in modo che la Luna occupi almeno l'80% del campo; in questo modo si ha la massima probabilità di una corretta messa a fuoco ed esposizione. L'esposizione corretta è senza dubbio il punto più critico. Se la vostra fotocamera non permette regolazioni manuali, dovete fare in modo che il campo sia coperto il più possibile, poiché esse applicano un'esposizione media tra le zone luminose e scure; se queste ultime sono in abbondanza (ad esempio il cielo scuro) l'immagine vi verrà quasi sicuramente sovraesposta.

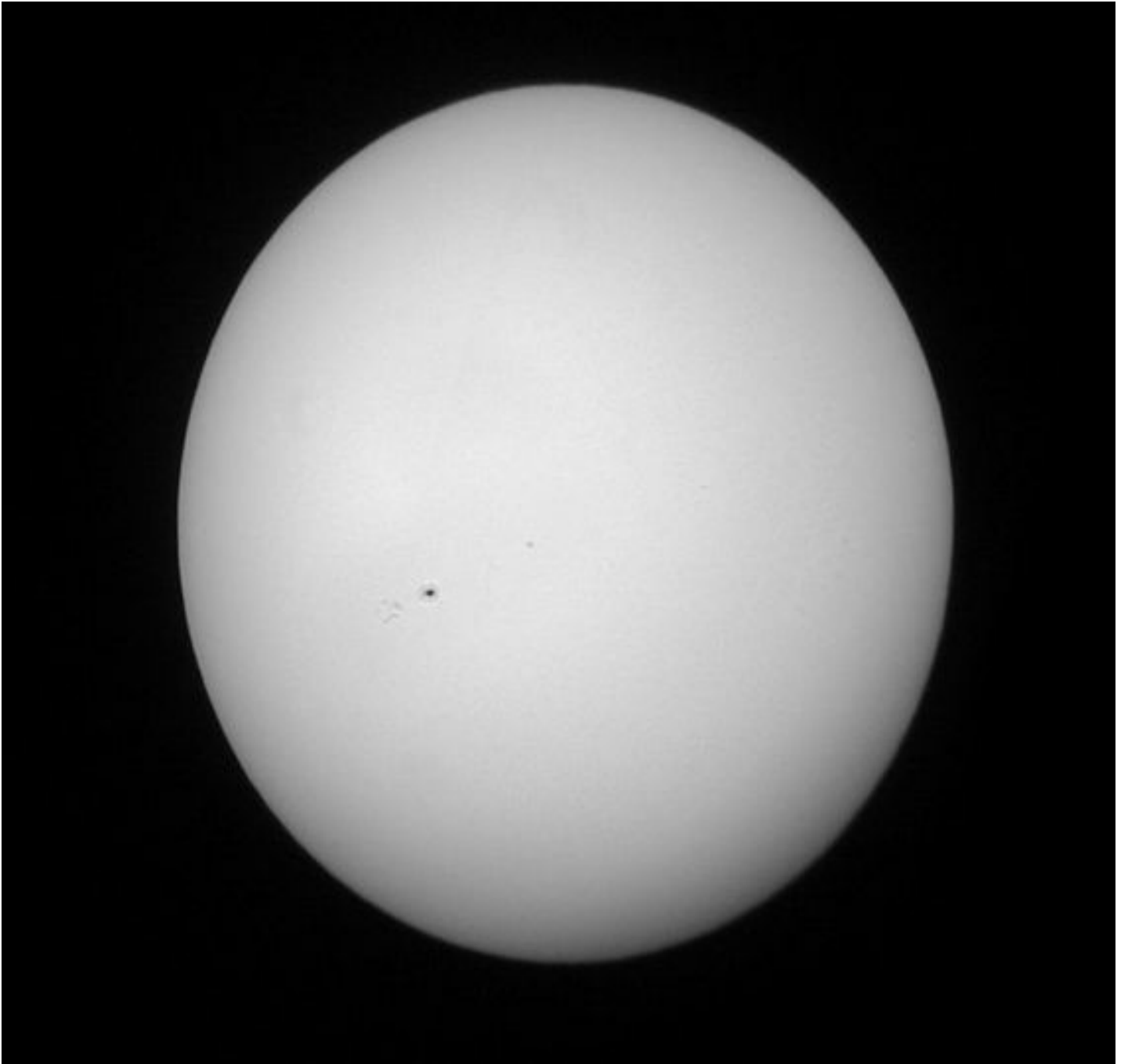
Alcune fotocamere permettono la lettura dell'esposimetro in modalità spot, cioè calcolata solamente in un punto (di solito quello centrale): impostando questa modalità e centrando il dettaglio lunare (o solare) desiderato, avrete un'esposizione ottimale. Se volete operare in modalità manuale, o per effettuare qualche controllo, tenete presente che la Luna ha all'incirca la stessa luminosità di una normale scena diurna terrestre, quindi non usate mai tempi di esposizione lunghi, a meno di non lavorare con un ingrandimento eccessivamente alto.

La messa a fuoco non è mai critica, a patto che l'immagine restituita dall'oculare sia già a fuoco; questo si ottiene guardando direttamente all'oculare, mettendo a fuoco, e poi, senza toccare nulla, appoggiare l'obiettivo della fotocamera sulla lente esterna, esattamente al posto del vostro occhio. Se disponete di un raccordo in grado di collegare saldamente la fotocamera

all'oculare, impostate la sensibilità al minimo (tipicamente 64-100 ISO), per ridurre il rumore dell'immagine, ed effettuate almeno una decina di scatti che andrete a sommare con i classici programmi di elaborazione. Se non disponete di un supporto, cercate una posizione più stabile possibile; in generale essa si trova appoggiando l'obiettivo della fotocamera all'oculare, magari utilizzando un diagonale a specchio per raggiungere una posizione più verticale possibile. Cercate il giusto compromesso tra sensibilità (che comunque non deve essere oltre i 400 ISO), ingrandimento e tempo di esposizione.

Non usate tempi più lenti di 1/30 di secondo, altrimenti è molto probabile che la foto vi verrà mossa. Sommate anche in questo caso almeno una decina di immagini con programmi quali Registax o Iris. Seguendo questi semplici accorgimenti è possibile ottenere dei risultati discreti, sicuramente impensabili fino a qualche anno fa.

Particolare lunare catturato con una fotocamera digitale compatta ed il metodo afocale (proiezione oculare Ploss da 25 mm). Somma di 10 immagini,

Il Sole è un altro facile bersaglio, soprattutto a bassi ingrandimenti e quando mostra grandi gruppi di macchie. La ripresa con il metodo afocale, attraverso fotocamere a grande formato, si rivela nettamente più spettacolare rispetto alle classiche webcam, che a causa del piccolo campo possono restituire solamente minime porzioni del disco della nostra stella (e della Luna). In questi casi le fotocamere digitali compatte sono un'ottima alternativa ai mosaici lunari e solari: invece di scattare molte immagini con un sensore da 640x480 pixel, si può, con un ingrandimento opportuno, scattare una magnifica panoramica da 8 ed oltre milioni di pixel con la vostra macchina digitale.

Il disco solare con una fotocamera digitale compatta. Inserendo oculari a diversa focale oppure variando la distanza dell'obiettivo, è possibile ingrandire l'immagine. Questo risultato è ora alla portata di una normale fotocamera di ogni telefono cellulare.

Gli altri corpi del sistema solare producono dei risultati generalmente modesti. La loro debole luminosità (rispetto al Sole e la Luna) costringe ad utilizzare dei supporti appositamente progettati, facilmente reperibili nei negozi di materiale astronomico, generalmente adatti ad ogni tipo di fotocamera.

L’opportunità dell’acquisto di questi supporti, dal costo non troppo inferiore a quello di una webcam, è abbastanza opinabile, poiché chi è seriamente interessato all’imaging degli oggetti del sistema solare è vivamente consigliato ad abbandonare questo metodo, che si rivela utile e divertente solo in certi casi e per alcuni corpi celesti (Sole e Luna). L’acquisto di accessori in grado di poter riprendere qualche pianeta, non appare in questi casi giustificato dai risultati ottenibili, di gran lunga inferiori a quelli di una semplice (e più economica) webcam.

Venere (in alto) e Saturno (in basso) catturati con il metodo afocale ed una normale fotocamera compatta. Su questi oggetti poco estesi, le prestazioni non sono all'altezza delle più economiche webcam.

Le riprese con un telefono cellulare

Il 3 Ottobre 2005 mi trovavo a Moraira, sulla costa spagnola, 70 Km a sud di Valencia, a seguire l'eclisse anulare di Sole, equipaggiato con un piccolo rifrattore acromatico da 8 cm f5, al quale avevo aggiunto una lente di barlow 3x e collegato una fotocamera tradizionale, priva del suo obiettivo, per riprendere le fasi dell'eclissi. Dopo qualche minuto dall'inizio, una piccola folla curiosa cominciò a radunarsi attorno alla mia postazione e quella di due colleghi francesi, situati a qualche decina di metri di distanza. La curiosità, in un primo tempo abbastanza timida, ebbe poi il suo sfogo, cosicché ben presto molte persone vollero osservare con il mio strumento l'eclisse di Sole, guardando attraverso il mirino della fotocamera (che funziona alla stregua di un oculare e quindi mostra l'immagine a fuoco). Ad alcuni turisti diedi i miei occhialini con filtro solare per osservare ad occhio nudo il Sole in tutta sicurezza.

Dopo qualche minuto,vidi che qualcuno di essi cercava di fotografare con il proprio cellulare, anteponendo ad esso gli occhialini. Fu osservando questi turisti che provai ad ottenere una fotografia appoggiando la fotocamera del mio telefono cellulare al mirino della macchina fotografica. Il primo scatto che ne uscì fu assolutamente sorprendente; il disco solare eclissato era ben visibile, perfettamente a fuoco e correttamente esposto: la foto

grafia era molto buona!

Decisi quindi di proporre alle persone curiose, che ormai erano almeno una trentina, di scattare con i loro telefoni cellulari una foto ricordo dell'eclissi. Mentre i colleghi francesi cercavano di attirare i curiosi con osservazioni in luce H-alpha e nozioni

astronomiche che forse in pochi capivano (anche perché non c'era alcun turista francese), il mio piccolo rifrattore da 80 mm su una montatura alla quale come contrappeso avevo legato dei sassi avvolti in una busta di plastica (visto che l'originale era rimasto in albergo), ben presto catturò l'attenzione di tutti. Il successo di questa "iniziativa" fu incredibile: in meno di mezz'ora ho scattato almeno 50 immagini e le persone intorno a me erano davvero contentissime (ed incredule) che i loro modesti telefoni cellulari fossero riusciti a catturare un evento così insolito e strano.

Fase parziale dell'eclisse anulare di Sole del 3 Ottobre 2005, ripresa con la fotocamera di un telefono cellulare, collegata ad un piccolo rifrattore acromatico da 8 cm.

Tornato a casa cercai di capire i limiti e le possibilità delle comuni fotocamere dei telefoni cellulari ed effettivamente c'era almeno un altro corpo celeste, forse ancora più interessante del

Sole, da poter essere ripreso: la Luna. Utilizzai il mio telescopio da 23 cm munito di oculare da 25 mm, al quale accostai, rigorosamente a mano, la fotocamera da 1,3 Mp (Mega pixel) del mio telefono cellulare. La Luna copriva quasi tutto il campo; questo permise all'esposimetro automatico di regolare perfettamente l'esposizione e, grazie all'elevato contrasto dei dettagli lunari, anche la messa a fuoco. Sommai una decina di scatti ed ottenni la mia prima immagine lunare scattata con un telefono cellulare. Si notavamo molto bene i principali crateri.

Dopo una leggerissima elaborazione la qualità non risultò affatto male, tanto che molte persone non crederono (e tutt'ora non credono!) che l'immagine a destra sia stata ottenuta con un metodo così spartano ed un sensore così "comune". Le prove proseguirono: aumentando gli ingrandimenti ottenni dei risultati molto incoraggianti. Naturalmente la qualità non è analoga a quella ottenibile con una camera ed una tecnica appropriate, ma è comunque un ottimo passatempo che evita la presenza costante di un computer e la spesso noiosa fase di selezione e somma dei migliori frames. E' sufficiente inserire un oculare nel proprio telescopio ed accostarci una fotocamera di un telefono cellulare per avere in pochi secondi un'immagine ricordo di quella serata o da inviare sul telefono di amici o semplici curiosi.

Oltre alla Luna e alle eclissi, anche le macchie solari ed eventuali protuberanze (visibili con un apposito telescopio munito filtro H-alpha solare, da non confondere con i filtri H-alpha per le riprese deep-sky!) possono essere facilmente riprese con una normale fotocamera di un telefono cellulare. Anche in questi casi valgono le stesse regole, con l'eccezione che la quantità di luce è generalmente superiore, consentendo ingrandimenti maggiori.

La luna ripresa con la fotocamera da 1,3 MP (Milioni di Pixel) di un telefono cellulare.

Il profondo cielo con una webcam

E’ generalmente diffusa la voce (fondata) che le webcam e tutte le camere planetarie, pur essendo molto adatte per la ripresa dei pianeti e di soggetti brillanti, a causa della loro bassa sensibilità, della mancanza di un sistema di raffreddamento e della qualità del sensore non eccelsa, non siano adatte alle riprese del cielo profondo. In effetti ciò è vero, ma allo stesso tempo non esclude che si possa comunque provare ad ottenere qualche risultato, sebbene non sarà mai all’altezza di quelli ottenibili con le camere CCD astronomiche. Alcuni appassionati, anche a causa del costo elevato delle camere CCD e delle reflex digitali, si sono specializzati nella tecnica webcam applicata agli oggetti del cielo profondo. C’è da dire che, tranne rarissimi casi, il tempo di esposizione massimo di una webcam, dell’ordine di 1/5 di secondo, è troppo breve anche per gli oggetti più luminosi, eccetto qualche ammasso aperto particolarmente brillante. Con il tempo di esposizione massimo consentito, raccogliendo almeno 3000 singoli frame (da sommare), i risultati ottenibili, in termini di magnitudine limite, somigliano molto a quelli in visuale attraverso lo stesso strumento.

Con un telescopio da 23-25 cm si può raggiungere la magnitudine 14,5, circa la stessa che l’occhio umano raggiungerebbe osservando all’oculare da un cielo estremamente scuro, sufficiente per alcuni satelliti dei pianeti, ma non per gli oggetti del profondo cielo. Per questo, chi volesse adottare questi strumenti per le riprese deep-sky, deve prendere in seria considerazione una modifica all’elettronica della propria webcam, che permette di aumentare il tempo di posa fino a valori indefiniti.

Molti seri astrofili e qualche rivenditore di materiale astronomico si sono specializzati nella modifica di queste economiche camere di ripresa che non smettono di stupire; alcuni addirittura propongono la sostituzione del sensore originale con uno di maggiore qualità e sensibilità, privo della griglia di filtri colorati di Bayer, trasformando la webcam in una mini camera CCD, dal prezzo dieci volte inferiore!

La cometa Q4 (Neat) ripresa con una webcam ed un obiettivo da 50 mm. Somma di 2350 immagini con esposizione di 1/5 di secondo. La magnitudine limite è intorno alla 9,5, non male per la strumentazione utilizzata. (16 Maggio 2004)

La sostituzione del sensore originale è da considerare anche per tutti quegli appassionati interessati alle riprese del sistema

solare che non vogliono abbandonare la propria camera e allo stesso tempo ne esigono una più performante, senza affrontare le spese eccessive delle natie camere planetarie.

Pioniere sotto questo punto di vista è stato l'astrofilo Steve Chambers, che ha dedicato molto tempo e scritto ottimi articoli in merito alla modifica hardware (e software) delle webcam, un vero punto di riferimento per tutti gli astrofili appassionati anche di elettronica. Chi fosse interessato ad apprendere e cercare di mettere in pratica tutte le modifiche che si possono effettuare su una comune webcam, troverà molto interessante il suo sito web: http://www.pmdo.com/ : c'è veramente da rimanere stupiti in merito alle potenzialità che queste piccole camere possono ancora fornire.

La modifica del sensore, ma soprattutto la possibilità delle lunghe esposizioni, permettono di catturare le immagini degli oggetti diffusi più brillanti, teoricamente almeno tutti quelli contenuti nel catalogo di Messier (110!), effettuando esposizioni di qualche decina di secondi, le quali non richiedono neanche uno scomodo e macchinoso sistema di guida. Se non sostituite il sensore originale ma intervenite solo sui tempi di esposizione, avete il vantaggio, notevole, di poter riprendere immagini a colori in un colpo solo, senza dover effettuare il processo di tricromia con filtri colorati.

Nonostante la sensibilità e qualità sia inferiore ad uno identico in bianco e nero (la sensibilità migliora di almeno il 30% e la risoluzione è doppia), i risultati ottenibili sono per certi aspetti migliori di quelli raggiungibili con le reflex digitali commerciali, che stanno trovando largo uso tra gli astrofili, ma forniscono risultati ottimali solo per campi medio-larghi. Grazie ai pixel di ridotte dimensioni e alla buona sensibilità, le webcam

modificate sono ottime nella ripresa di oggetti angolarmente poco estesi, consentendo di raggiungere risoluzioni elevate anche con focali relativamente modeste.

Nebulose planetarie e galassie luminose sono oggetti nei quali le webcam possono offrire risultati spesso entusiasmanti, non all''altezza di un sensore CCD ad uso esclusivamente astronomico, ma con una facilità spesso imbarazzante. La magnitudine limite raggiungibile si estende ben oltre quella limite visuale attraverso lo stesso strumento, arrivando fino alla 19 per telescopi da 20-25 cm e cieli molto scuri e trasparenti, che sono sempre molto importanti in qualsiasi tipo di imaging profondo.

La versatilità delle webcam permette di collegarle praticamente a qualsiasi strumento, dal telescopio principale agli obiettivi fotografici, e grazie al peso modesto, di poter catturare immagini anche con montature poco stabili o addirittura non motorizzate (con obiettivi a grande campo e pose brevi!) In questa pagina troverete alcuni esempi dei risultati ottenibili con una webcam ad uso planetario modificata per le lunghe esposizioni, con un telescopio economico da 20 cm, senza alcun sistema di controllo dell'inseguimento (guida), dall'astrofilo Andrea Console, specializzato in questo tipo di riprese.

Alcune riprese del cielo profondo eseguite dall'astrofilo Andrea Console e la sua webcam modificata per le lunghe esposizioni. Telescopio Newton da 20 cm. Considerata la strumentazione utilizzata si tratta di risultati eccezionali. Dall'alto in basso: la galassia M64, la galassia a spirale NGC2903 e la planetaria M57. Oggetti piccoli ma con elevata luminosità superficiale come alcune galassie e molte nebulose planetarie sono gli obiettivi migliori per le webcam modificate.

Ricerca amatoriale

Alcune parti di questa sezione sono tratte dal libro "Astrofisica per tutti: scoprire l'Universo con il proprio telescopio".

Se siete ormai degli astrofotografi del cielo con una certa esperienza e molta voglia di portare al limite la vostra strumentazione, magari affrontando qualche divertente ed emozionante progetto di ricerca, questa è la sezione che fa per voi.

Qui, proprio come degli astronomi professionisti, partiremo alla scoperta di tutto quello che il nostro telescopio amatoriale, accoppiato ai moderni dispositivi di ripresa digitale, è in grado di regalarci oltre al mero imaging estetico.

Sapete, ad esempio, che moltissime stelle variabili oltre la magnitudine 10 non sono ancora state scoperte? O che è possibile osservare la traccia di un pianeta extrasolare distante centinaia di anni luce mentre attraversa il disco della propria stella? Senza contare poi la possibilità di scoprire asteroidi, comete, supernovae, fenomeni particolari nelle atmosfere dei pianeti.

Insomma, qui, con pazienza, determinazione e curiosità si va in prima persona alla scoperta dell'Universo.

La fotometria

L'unico modo che abbiamo per indagare la natura e le caratteristiche di un oggetto astronomico è attraverso l'analisi e l'interpretazione della luce che esso ci invia, poiché siamo impossibilitati fisicamente a raggiungerlo (fatta eccezione per qualche corpo celeste estremamente vicino) e fare degli studi sul campo. Ancora meno probabile l'eventualità di riprodurre in laboratorio gli ambienti dello spazio e di studiare da vicino le sorti dei nostri esperimenti, come invece possono fare ad esempio i biologi e molti fisici.

L'analisi della quantità, del colore, della variazione della luce in funzione del tempo, è detta fotometria, letteralmente misura dei fotoni che giungono fino a noi.

Molte persone sono abituate a credere l'Universo come un luogo statico; dalle pagine precedenti abbiamo visto che non è proprio così. Sfortunatamente, ad esclusione dei pianeti del sistema solare, in effetti il tempo nel quale esso sembra "muoversi" è molto maggiore della vita media di qualsiasi essere umano, per questo esso ci appare in gran parte statico. Tuttavia ci sono dei fenomeni che possono avere luogo, svilupparsi e poi terminare nel giro di qualche ora, a volte dei secondi. Quasi la metà delle stelle che è possibile ammirare nel cielo sono variabili, sorgenti che cambiano la loro luminosità nel tempo, spesso nel giro di qualche ora o giorno.

Purtroppo i nostri occhi non sono sufficienti per ammirare e studiare oggettivamente queste variazioni di luminosità, ma le camere CCD di cui siamo dotati si; esse riescono a misurare variazioni di luminosità molto piccole, fino a 1/1000 di volte rispetto al flusso luminoso totale che riceviamo. Un esempio più

pratico rende meglio l'idea.

Consideriamo un lampione, di quelli con il vetro translucido, dal diametro di 40 cm. Una moderna camera CCD riesce a misurare il calo della luce prodotto quando sulla sua superficie vi si posa una mosca, a prescindere dalla distanza alla quale osserviamo! Per un paragone, l'occhio umano riesce a percepire un calo di luce 100-200 volte maggiore!

Attraverso questi sensibilissimi strumenti di misura, siamo in grado, utilizzando la tecnica della fotometria, di analizzare anche le più piccole variazioni di luminosità di ogni oggetto celeste.

La domanda che ora potrebbe sorgere è: che senso ha analizzare tali variazioni di luminosità? Perché sembrano essere così importanti?

La risposta è semplice: perché alla base delle variazioni di luminosità di qualsiasi oggetto celeste ci sono dei fenomeni fisici o dinamici ben precisi.

La Natura non lascia nulla al caso: c'è sempre una spiegazione profonda a ciò che osserviamo.

Una stella che subisce un calo della sua luce di 1/100 per qualche ora, per poi ritornare normale, può apparire insignificante e non degna di studio ai più, ma quel calo di luce, così piccolo e temporaneo, potrebbe essere la prova di un pianeta che le orbita intorno, oppure ancora, sintomo di una dilatazione dei suoi strati più esterni.

Questi piccoli dettagli, questi valori così bassi, per noi esseri umani abituati alla vita di tutti i giorni, possono in realtà nascondere degli eventi assolutamente incredibili, che i nostri telescopi sono in grado di mostrarci.

Questa è l'astronomia: la perfetta coesistenza tra l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande. Piccoli effetti

possono manifestare eventi di straordinaria potenza, così come le proprietà delle particelle subatomiche regolano di fatto il funzionamento dell'intero Universo.

Non è tutto: la nostra strumentazione ha le potenzialità per mostrare molto altro; sta alle capacità di ognuno di noi riuscire a tirare fuori i dati ed interpretarli correttamente, sulla falsa riga di quanto accade nella fotografia astronomica.

La fotometria è una tecnica interessantissima e relativamente semplice da imparare e capire, almeno nelle sue versioni "semplificate", di cui parleremo abbondantemente nelle prossime pagine. Le conoscenze e la tecnica richieste si apprendono in qualche giorno e alla fine risulteranno addirittura molto più semplici rispetto all'elaborazione di un'immagine "estetica".

Possiamo dividere questa branca osservativa dell'astronomia in due grandi filoni, che si differenziano rispetto al metodo utilizzato: la fotometria assoluta e la fotometria differenziale (o di apertura).

Fotometria classica o assoluta

Utilizzando le nostre camere CCD, dei filtri appositi detti fotometrici, e calibrando la nostra strumentazione su delle stelle dette standard, la cui luminosità apparente è stata fissata come termine di paragone, possiamo misurare la luminosità apparente, a varie lunghezze d'onda, di tutti gli oggetti stellari ed eventualmente metterne in mostra la variazione in funzione del tempo.

Benché affascinante, questa branca della fotometria è la più difficile da realizzare e quella che comunque porta a risultati meno innovativi dal punto di vista della ricerca.

Quasi tutti gli oggetti celesti accessibili a strumentazione amatoriale sono stati abbondantemente studiati; è quindi difficile che le informazioni dedotte dagli astrofili possano dare una mano nel migliorarne la conoscenza (ma non impossibile: ci sono astrofili che si dedicano alla fotometria di sorgenti molto deboli o di comete ed asteroidi appena scoperti). Non c'è dubbio che rimane il fascino di estrarre con la propria strumentazione dati importanti.

La procedura di calibrazione degli strumenti non è difficile da apprendere, ma la sua spiegazione esula dagli obiettivi di questa sezione.

Rimando il lettore interessato a consultare la sezione bibliografica dove troverà ottimi manuali che spiegano in dettaglio queste fasi.

Le applicazioni possibili sono:

- Stima del colore di una stella attraverso gli indici di colore, cioè mediante la magnitudine in due diverse (e fissate) lunghezze d'onda. Da queste misurazioni posso

ricavare la temperatura della fotosfera stellare.

- Costruzione diagrammi HR (*Hertzsprung-Russell*) per ammassi stellari: un diagramma HR è, come vedremo, un grafico nel quale in ascissa si trova l'indice di colore (oppure la temperatura, visto che queste due grandezze sono collegate) e in ordinata la magnitudine assoluta, cioè la luminosità assoluta.

  Nel grafico si riportano questi due valori per molte stelle e si legge l'andamento finale. Tuttavia, nelle normali situazioni per conoscere la magnitudine assoluta bisogna prima conoscere la distanza della stella, poiché la luminosità apparente che misuriamo varia sensibilmente con la distanza.

Nel caso degli ammassi stellari, invece, sia aperti che globulari, possiamo considerare tutte le stelle poste circa alla stessa distanza da noi.

Con questa semplice assunzione, le differenze di luminosità apparente corrispondono anche a differenze di luminosità assoluta: al posto della magnitudine assoluta ci si può mettere quella apparente, in generale nel visibile, che possiamo misurare con la nostra strumentazione.

Una volta eseguito questo lavoro per qualche decina di stelle, possiamo ricavare l'età dell'ammasso aperto, la distribuzione delle diverse classi spettrali, la temperatura di ciascuna componente, le dimensioni, la loro massa e la loro densità media: un lavoro davvero interessante.

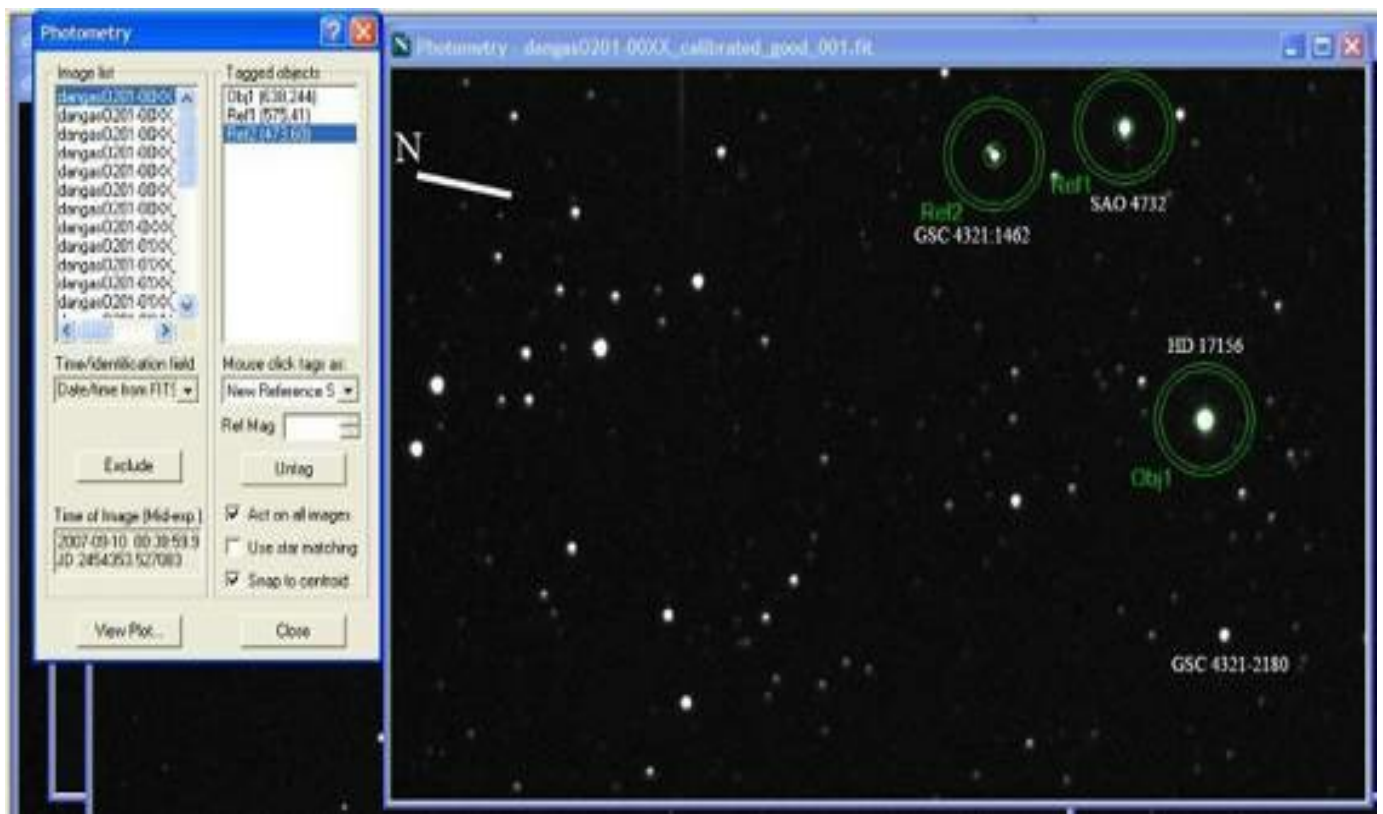
Fotometria differenziale o di apertura

La tecnica più facile da apprendere e quella che fornisce i migliori risultati in fatto di precisione raggiungibile.

Non sempre sono necessari filtri fotometrici dal costo di qualche centinaio di euro ciascuno e non sono necessarie lunghe formule per la calibrazione della propria strumentazione.

Personalmente sono riuscito ad apprendere la tecnica in un giorno e ad applicarla con successo alla prima occasione, nell'evidenziare un transito di un pianeta extrasolare che ha prodotto un calo di luce di soli 1,5 centesimi di magnitudine.

Nella fotometria differenziale non si misurano le magnitudini degli oggetti celesti, ma la variazione di luminosità di una stella in funzione del tempo, paragonata ad un'altra (dalla luminosità fissa) nello stesso campo, detta di paragone (*reference star* in inglese).

Successivamente si costruisce quella che è chiamata curva di luce: un grafico con il tempo sull'asse x e la luminosità relativa sull'asse y.

Schermata del programma *Maxim Dl* per l'analisi in fotometria differenziale di una sequenza di immagini. Si seleziona la stella oggetto di studio (Obj1), almeno 2 stelle di paragone dalla luminosità fissa (Ref1 e 2) ed eventualmente una stella di controllo, detta *check star*, non variabile, per controllare se le stelle scelte come paragone sono adatte o vi è la presenza di qualche errore che rende le immagini non fotometriche (ad esempio delle nubi).

Da sottolineare come le curve di luce si possano costruire anche con la fotometria standard attraverso i filtri fotometrici, ma attraverso la fotometria differenziale risultano molto più precise e facili da realizzare.

Con questa tecnica semplice, che non richiede in genere alcuna preparazione o strumentazione aggiuntiva rispetto al classico *imaging*, possiamo studiare una miriade di fenomeni celesti. Ecco alcuni esempi:

- **Ricerca e studio di nuove stelle variabili:** l'Universo è pieno di stelle che per motivi fisici variano la loro luminosità in funzione del tempo.

Lo studio di come questa luminosità varia ci permette di stabilire il tipo di variabile, le dimensioni, la massa, a volte l'età ed eventualmente anche la distanza.

- **Supernovae e stima delle distanze galattiche:** le supernovae, soprattutto quelle di tipo Ia, sono oggetti intrinsecamente molto brillanti e la loro curva di luce può essere molto utile per determinare sia la distanza dell'oggetto, che il tipo di esplosione.

Lo studio di questi fenomeni può portare nuove informazioni sull'evoluzione stellare, ancora non conosciuta e compresa fino in fondo.

- **Misurazione del periodo di rotazione dei corpi celesti del sistema solare** non risolti: solo nel nostro sistema solare esistono milioni di corpi celesti di piccole dimensioni la cui immagine non è risolvibile con nessun telescopio. Questo è il caso tipico di molti asteroidi, delle comete e dei lontani e ancora misteriosi KBO. Studiando come varia la loro luce in funzione del tempo possiamo avere un'ottima stima del periodo di rotazione, della forma e composizione chimica.
- **Ricerca e studio di macchie extrasolari e forma stellare**: questo punto può sembrare stupefacente, ma è assolutamente alla portata di strumentazione amatoriale. Analizzando la luce delle stelle non variabili in funzione del tempo (generalmente almeno una, due settimane) è possibile mettere in luce l'eventuale presenza di macchie, del tutto simili a quelle solari. Questo è un fatto importantissimo perché è l'unico metodo per indagare la loro superficie: dal calo e dalla variazione di luminosità possiamo ricavare importanti informazioni sul loro numero, sulla loro

evoluzione, quindi sull'attività magnetica della stella e sul suo periodo di rotazione.

Nei sistemi doppi stretti possiamo anche mettere in luce eventuali deformazioni delle componenti, a causa della reciproca attrazione gravitazionale.

- **Ricerca e studio pianeti extrasolari in transito:** quando un pianeta di un'altra stella, per una coincidenza prospettica, viene visto passare di fronte alla stella attorno alla quale orbita, produce un calo della sua luminosità che può essere rilevato anche da strumenti amatoriali.

Studiando il transito di un pianeta extrasolare possiamo ricavare informazioni sull'inclinazione dell'orbita, sulle sue dimensioni, massa, densità media e quindi anche struttura interna.

Oltre scoprire nuovi pianeti, possiamo anche riuscire a studiarli con precisioni notevoli. Questa è sicuramente l'applicazione fotometrica più interessante, per questo le sarà dato più spazio rispetto alle altre.

Siamo di fronte a progetti di ricerca innovativi e preziosi anche dal punto di vista accademico: l'astrofilo può trasformarsi in astronomo, semplicemente sfruttando la strumentazione di cui già dispone, collaborare con enti di ricerca, con astronomi professionisti, scrivere articoli scientifici ed ottenere risultati estremamente importanti.

Vale la pena indagare più in dettagli qualche progetto, soprattutto dal punto di vista dei risultati ottenibili, perché la fotometria d'apertura, insieme all'*imaging* in alta risoluzione sui corpi del sistema solare, permette uno studio affascinante e spesso sconosciuto all'astrofilo.

Strumentazione e metodi di fotometria differenziale

Come si effettua la fotometria d'apertura di alta precisione e con quale strumentazione?

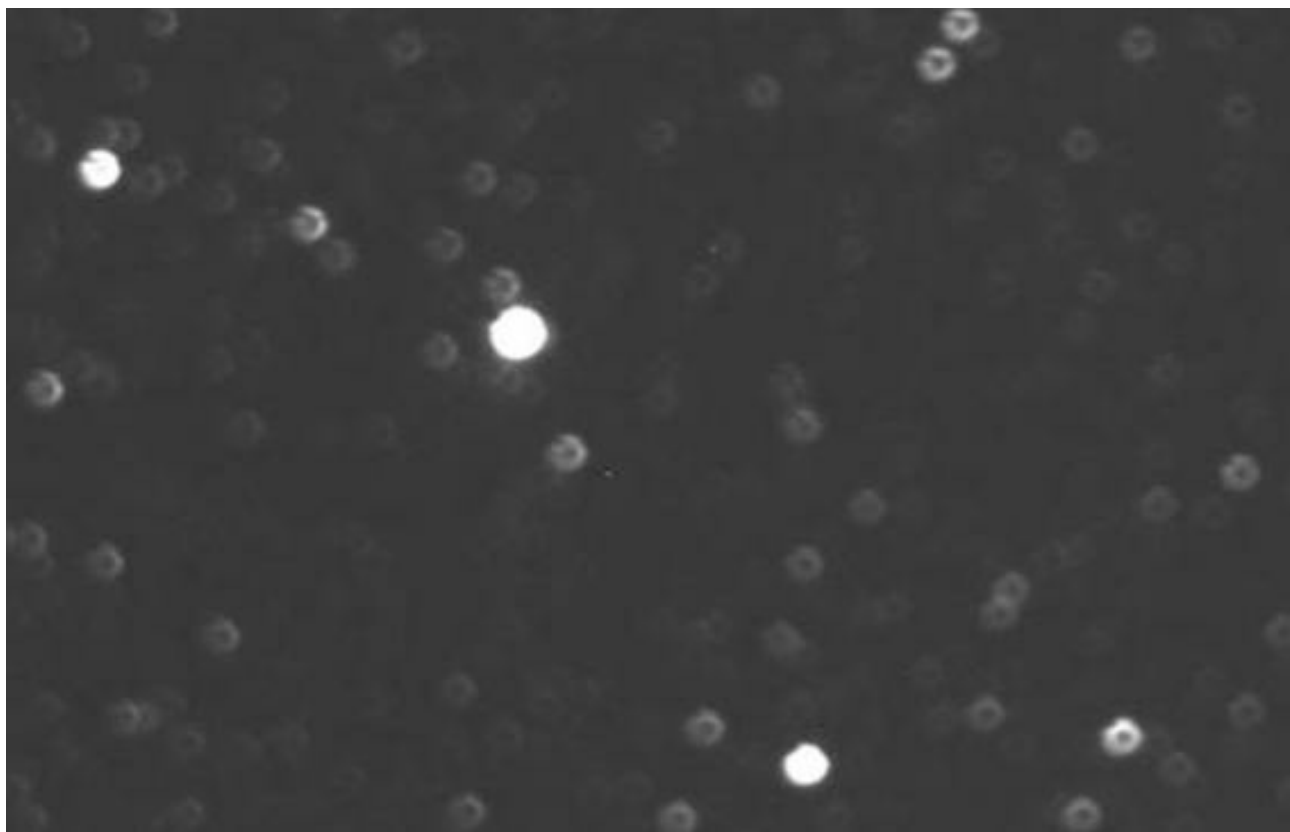
Nella vasta offerta commerciale, non tutte le camere di ripresa sono adatte, soprattutto quelle a colori e destinate principalmente alla ripresa fotografica di tipo estetico.

Lungi dal voler costituire una guida completa, i punti seguenti riassumono strumentazione e tecnica di ripresa di una tipica sessione di fotometria differenziale.

- Utilizzare un telescopio da almeno 15 cm. Utilizzare solo camere CCD appositamente progettate per l'astronomia che consentono un controllo accurato della temperatura, che deve restare sempre costante, meglio se non dotate di *antiblooming*;
- Utilizzare un sistema di guida che permette di tenere sempre nella stessa posizione sul sensore la stella interessata;
- Inquadrare il campo contente la stella da studiare ed individuare delle stelle, nel campo di ripresa, con magnitudine e colore simili (e non variabili), in modo da poter essere utilizzate per confrontarne la luminosità. In generale occorre un campo di almeno 20 minuti d'arco per avere un numero sufficiente di stelle di paragone, la cui identificazione può essere fatta attraverso qualunque software planetario o mappa celeste;
- Effettuare delle prove preliminari: fondamentale ai fini della precisione è infatti il giusto tempo di esposizione. A causa degli effetti della nostra atmosfera, occorre esporre per almeno 50-60 secondi, meglio se alle

lunghezze d’onda rosse-infrarosse. Contemporaneamente, il tempo di esposizione deve essere sufficiente per produrre un’immagine stellare con un buon segnale, o meglio, buon rapporto segnale/rumore, senza saturare le zone interessate. Questo significa che se la massima intensità ammessa dal sensore di ripresa è di 65536 livelli, è necessario attestarsi attorno al 50-75% di questo valore.

Non sempre è possibile coniugare il minimo tempo di esposizione con una corretta luminosità stellare, soprattutto per sorgenti relativamente brillanti, a causa dell’elevata sensibilità delle camere CCD. Per raggiungere questo fondamentale obiettivo abbiamo un’arma molto potente a nostra disposizione: sfocare l’immagine in modo che la luce della stella si distribuisca su un’area maggiore, producendo il giusto segnale.

In fotometria la forma e distribuzione della luce stellare non hanno importanza, perché a noi interessa solo contare il numero di fotoni raccolti, quindi è del tutto indifferente se vengono concentrati in 2 o 50 pixel, a patto che le immagini stellari non si sovrappongano. Questa è la prova più evidente di quello che ho detto nell’introduzione: l’estetica di un’immagine ai fini scientifici non conta affatto.

Tipica immagine fotometrica ad alta precisione. In questo tipo di applicazioni non conta affatto l'estetica, anzi, per migliorare le precisione è fortemente consigliato sfuocare l'immagine.

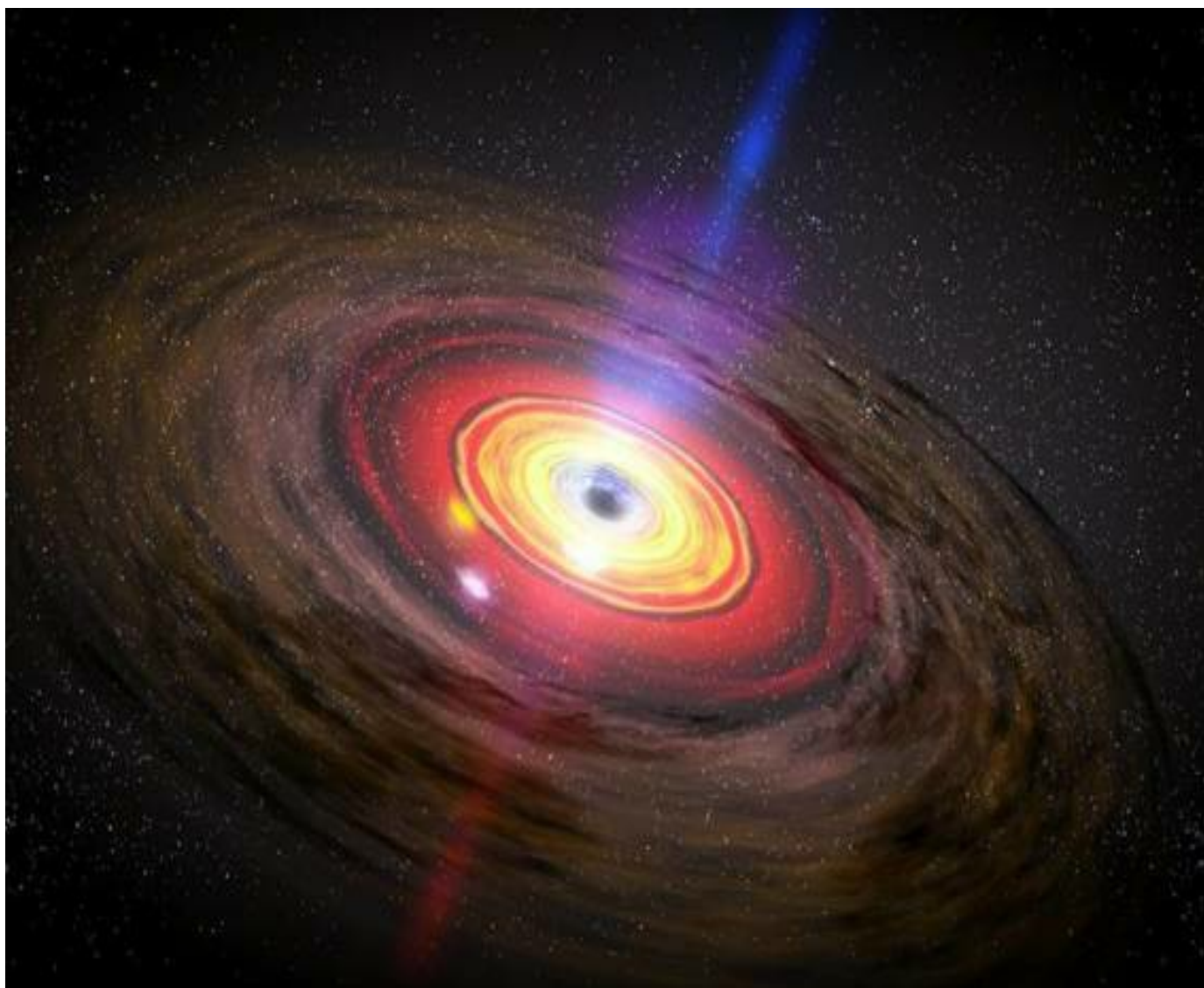
Una volta trovato il giusto compromesso tra esposizione e luminosità della stella, si può passare alla fase operativa;

- Prima di intraprendere la sessione osservativa vera e propria, è meglio riprendere tutte le immagini di calibrazione necessarie, come *dark frame*, *bias frame* e *flat field*, assolutamente indispensabili per qualsiasi lavoro fotometrico. Se questa fase è facoltativa nella fotografia estetica, è assolutamente indispensabile nella fotometria;
- Cominciare le riprese: attivare il sistema di autoguida e riprendere in modo continuo per tutta la durata dell'evento o per tutta la notte, senza muovere il telescopio. Questa fase può essere automatizzata utilizzando dei semplici programmi per computer;
- Una volta ottenute le riprese, occorre calibrarle:

sottrarre i *dark frame* e correggere con i *flat field*. I *bias frame* non servono se si hanno a disposizione dei buoni *dark*. Calibrare tutte le immagini riprese. Non applicare alcun filtro di contrasto, ne effettuate altre operazioni; le immagini sono pronte per essere "lette" ed interpretate;

· Utilizzare un programma che consenta di effettuare la fotometria di una serie di immagini. Il più utilizzato e semplice è *Maxim Dl*: si seleziona la stella oggetto di studio, due-tre stelle di paragone, una *check star* per avere la prova che esse non siano variabili e si costruisce automaticamente la curva di luce;

Interpretazione dei dati: analizzando la forma, la profondità e l'eventuale periodo della curva di luce si possono avere moltissime informazioni, che è necessario analizzare caso per caso.

Astrofisica

Questa sezione, suddivisa in due rubriche, l'una un po' più tecnica e l'altra più semplice, rappresenta il cuore di questi fascicoli e ci proietta direttamente verso i grandi temi dell'astronomia teorica.

Pianeti, stelle, galassie, buchi neri, quasar, nebulosa, ammassi stellari, materia oscura, destino dell'Universo. Affronteremo insieme, mese dopo mese, un viaggio dal piccolo al grande, dal semplice al complesso, attraverso la struttura dell'Universo e le proprietà dei suoi strani abitanti.

Per quanto possibile eviterò formule e concetti di difficile comprensione, rendendo l'articolo principale accessibile a tutti, magari con un po' di pazienza per comprendere i passaggi più delicati e spesso completamente fuori dalla nostra esperienza. La seconda parte, decisamente più rilassante, è a vostra completa disposizione per tutte le domande sul Cosmo che la vostra mente riesce a concepire.

Il diagramma HR

Attraverso gli indici di colore (la differenza di magnitudine, quindi di luminosità, tra due bande di osservazione) si possono costruire dei grafici molto utili per lo studio della popolazione stellare di una galassia, o di un ammasso, e in generale dell'Universo intero.

Uno dei grafici più importanti è il diagramma colore-magnitudine, chiamato anche diagramma HR (*Hertzsprung-Russell*), un ottimo strumento per riassumere, individuare e capire le più importanti proprietà delle stelle.

Il diagramma HR è un grafico nel quale in ascissa si riporta la temperatura di colore, l'indice di colore B-V (Blu – Visibile) o il tipo spettrale, e in ordinata la magnitudine assoluta o quella apparente (sotto determinate condizioni).

Esistono due tipi di diagramma HR: uno teorico, l'altro osservativo.

Il primo esamina un campione di stelle delle quali conosciamo molto bene parametri quali la distanza, la massa, la metallicità, la temperatura e serve per sviluppare dei modelli stellari e fare da calibratore ai diagrammi HR osservativi, la cui costruzione è importante per determinare dei parametri che ora non vi posso svelare (ma che scoprirete tra breve).

Consideriamo un ammasso stellare o in alternativa un gruppo di stelle di cui conosciamo la distanza, quindi anche la loro magnitudine assoluta, calcoliamone l'indice di colore (che non dipende dalla distanza) B-V e inseriamo i dati ottenuti in un grafico.

Dopo la necessaria pazienza per caratterizzare un campione di almeno 200-300 stelle, otteniamo l'andamento illustrato nella

figura della pagina seguente e che nessuno si sarebbe mai aspettato poco più di un secolo fa.

Sembra impossibile, ma tutte le stelle dell'Universo, probabilmente miliardi di miliardi, obbediscono evidentemente a delle ben determinate leggi naturali.

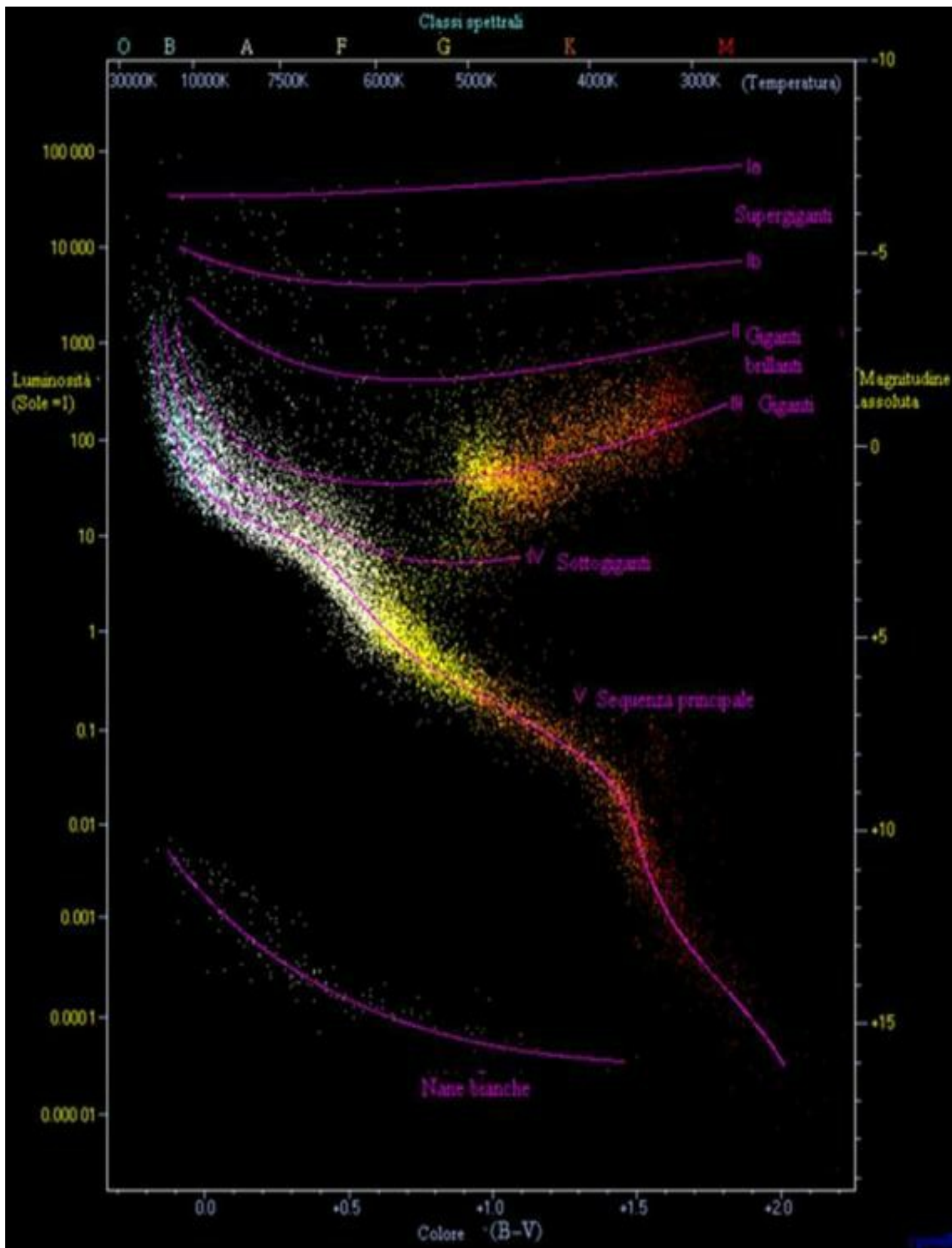



Diagramma HR teorico. Tutte le stelle dell'Universo sono raggruppate in 5 classi di luminosità. Oltre il 90% appartiene alla classe V, o sequenza principale. Questa disposizione ordinata suggerisce che tutte le stelle sono

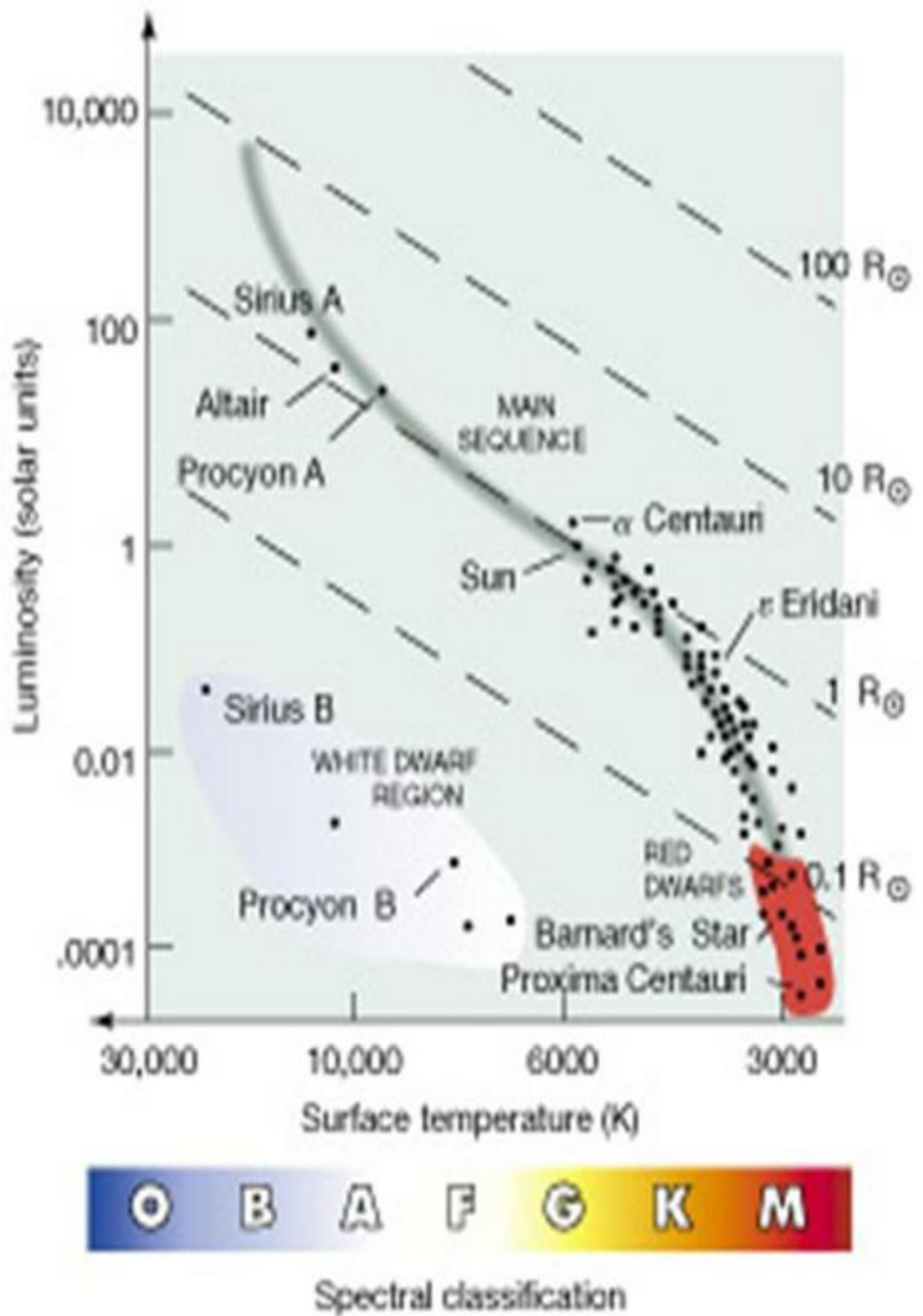
frutto di un modello fisico ben definito.

Cosa ci dice il diagramma HR

Superata la sorpresa nello scoprire regole ben definite per una popolazione così numerosa ed eterogenea, vediamo quali informazioni possiamo ricavare da questo grafico, semplicemente leggendolo con un approccio logico.

1) Gran parte delle stelle si posiziona lungo una sottile striscia che attraversa in diagonale tutto il diagramma. In questa zona si trovano le stelle appartenenti alla cosiddetta sequenza principale, un periodo che rappresenta oltre il 95% della vita di una stella, caratterizzato da stabilità e luminosità circa costante.

2) L'intera popolazione stellare è confinata in zone definite. Questo ha un significato molto profondo: le stelle non sono fatte in modo causale, ma seguono delle regole. Non troverete mai, ad esempio, una stella più calda di 30.000 K, oppure una con temperatura di 30.000 K e magnitudine assoluta +5.

L'esistenza di questi limiti naturali porta a importanti considerazioni sulla stabilità dinamica e sulla massa minima e massima delle stelle, fino alla costruzione di modelli stellari in grado di descrivere completamente questi corpi celesti;

Andamento dei raggi stellari nel diagramma HR.

3) Ci sono stelle che pur avendo la stessa temperatura hanno luminosità diverse.

Questo fatto si spiega facilmente se si assume che le stelle possono avere raggi diversi, visto che l'emissione per unità di superficie deve essere uguale perché regolata dalle leggi del corpo nero (di cui la temperatura è l'unica variabile).

Dal diagramma infatti si possono ricavare i raggi stellari, semplicemente considerando una delle leggi del corpo nero (*Stefan-Boltzmann, la vedremo meglio nel prossimo volume*), che descrive l'emissività di una stella (luminosità per unità di tempo e superficie) come proporzionale alla quarta potenza della temperatura: $f = \sigma T^4$. Stelle alla stessa temperatura emettono la stessa quantità di energia ogni secondo per ogni centimetro quadrato di superficie; è chiaro che se la superficie varia, varia anche l'energia totale irradiata dalla stella. Questo, per esempio, significa che se due stelle hanno la stessa temperatura superficiale, ma l'una è 100 volte più luminosa dell'altra, allora il raggio della stella più luminosa è 10 volte maggiore. Nel grafico HR possiamo individuare facilmente delle rette che rappresentano l'andamento dei raggi stellari (figura della pagina precedente);

4) Oltre alla sequenza principale, vi sono altri gruppi più o meno definiti.

Gli astronomi hanno suddiviso le stelle in 7 classi di luminosità, alle quali appartiene l'intera popolazione dell'Universo (almeno per la parte che abbiamo la possibilità di esplorare). In ordine di luminosità decrescente, abbiamo la

classe Ia-O costituita dalle stelle supergiganti più brillanti che si conoscono; Ib, supergiganti luminose; II giganti brillanti; III giganti normali; IV sub-giganti; V stelle della sequenza principale (nane); VI sub-nane e D nane bianche. Questa classificazione prende in esame la luminosità e il raggio, determinato dalla legge di *Stefan-Boltzmann* (da non confondere con la classificazione spettrale OBAFGKM che prende in esame la temperatura e le righe negli spettri stellari;

5) Avendo a disposizione un diagramma HR calibrato su delle stelle conosciute siamo in grado di utilizzarlo per stimare la distanza di qualsiasi altra stella appartenente alla sequenza principale, con il cosiddetto metodo delle parallassi spettroscopiche. Basta misurare l'indice di colore, quindi la temperatura di colore della stella, e inserirla in un diagramma HR ben calibrato, per avere come risultato la luminosità assoluta di tale stella, e, di conseguenza, la distanza.

Questo metodo viene largamente usato per la stima della distanza di quelle stelle della nostra galassia per le quali non possiamo misurare direttamente la parallasse e si avvale proprio del fatto che in sequenza principale tutte funzionano allo stesso modo, con le stesse proprietà previste da modelli matematici.

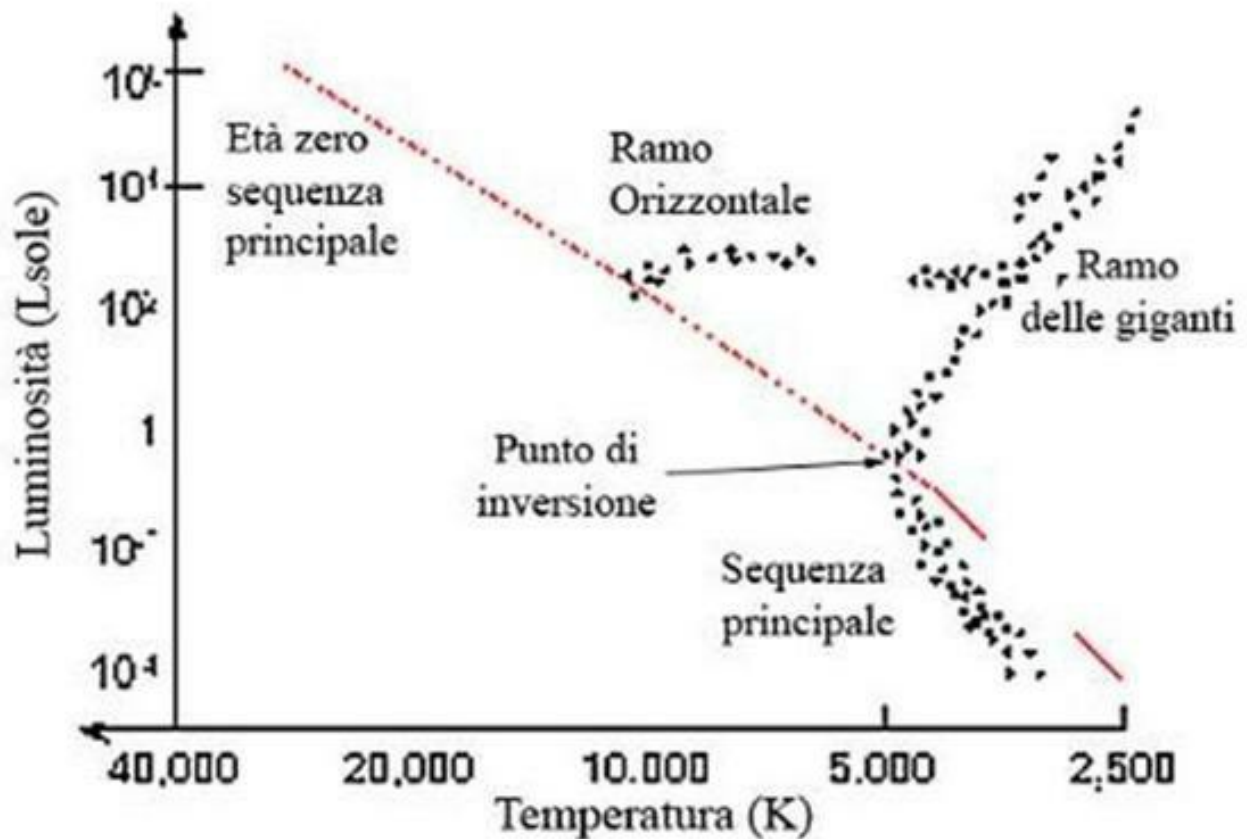
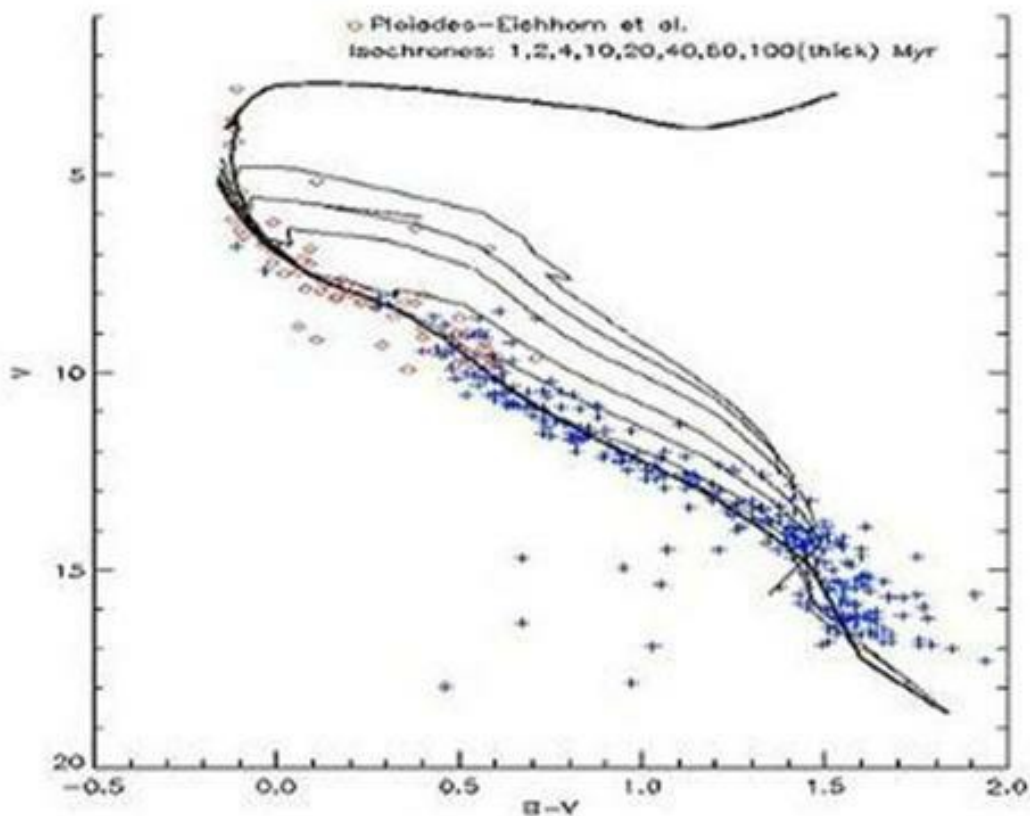
A causa di lievi differenze di luminosità dovute alle diverse età, la fascia della sequenza principale non si presenta sottile, ma ha un certo spessore che porta a errori nella valutazione della distanza.

Stesse considerazioni anche alle altre classi di luminosità, a patto di conoscere con esattezza la classe

spettrale di appartenenza della stella;

6) Per quanto riguarda le stelle della sequenza principale, possiamo notare come ci sia una forte correlazione tra luminosità e temperatura; maggiore è la temperatura, maggiore è la luminosità. Stessa cosa per il raggio; per questo motivo è logico pensare che stelle più luminose siano anche più massicce.

La stima della massa è molto importante, perché l'intera evoluzione stellare è determinata fondamentalmente dalla quantità di materia stella (teorema di *Russell-Vogt*). La nostra intuizione è in effetti corretta, visto che gli astronomi hanno scoperto che massa ed energia irradiata da una stella sono proporzionali, seguendo una relazione del tipo: $L = kM^{\alpha}$;

7) Per indagare una popolazione stellare appartenente a un ammasso, globulare o aperto, lo strumento principale è proprio il diagramma HR, nella variante "osservativa" Per questi oggetti possiamo considerare, almeno in prima approssimazione, le stelle poste tutte alla stessa distanza da noi, quindi inserire in ascissa direttamente il valore della magnitudine apparente, ottenendo il diagramma HR osservativo. Il risultato che otteniamo è molto importante ed è ben visibile nelle figure della pagina seguente.

Tipico diagramma HR osservativo di un ammasso globulare. Le stelle giovani hanno ormai abbandonato da tempo la sequenza principale e vi sono rimaste stelle rosse, fredde e molto vecchie.

Andamento di un ammasso aperto giovane e ricco anche di stelle azzurre e calde. Le linee continue rappresentano tracce evolutive isocrone, cioè i

percorsi evolutivi seguiti dalle stelle in funzione del tempo.

Osservando i due diagrammi notiamo una differenza fondamentale. Quello di un ammasso globulare ha una sequenza principale troncata in prossimità della temperatura di 5000 K, che corrisponde all'incirca a un $B - V = 1$; in particolare notiamo la completa assenza di stelle di sequenza principale con temperatura, raggio e massa maggiore di quella solare. Oltre alla sequenza principale, risulta molto popolata anche la classe delle giganti.

Il diagramma HR di un ammasso aperto come le Pleiadi è molto diverso: la sequenza principale non è troncata, anzi è ricca di stelle ad alta temperatura e luminosità, mentre sono assenti le grandi componenti di colore rosso che popolano le classi delle giganti e supergiganti.

Cosa significano questi due diagrammi? A cosa è dovuta la differenza di popolazione stellare?

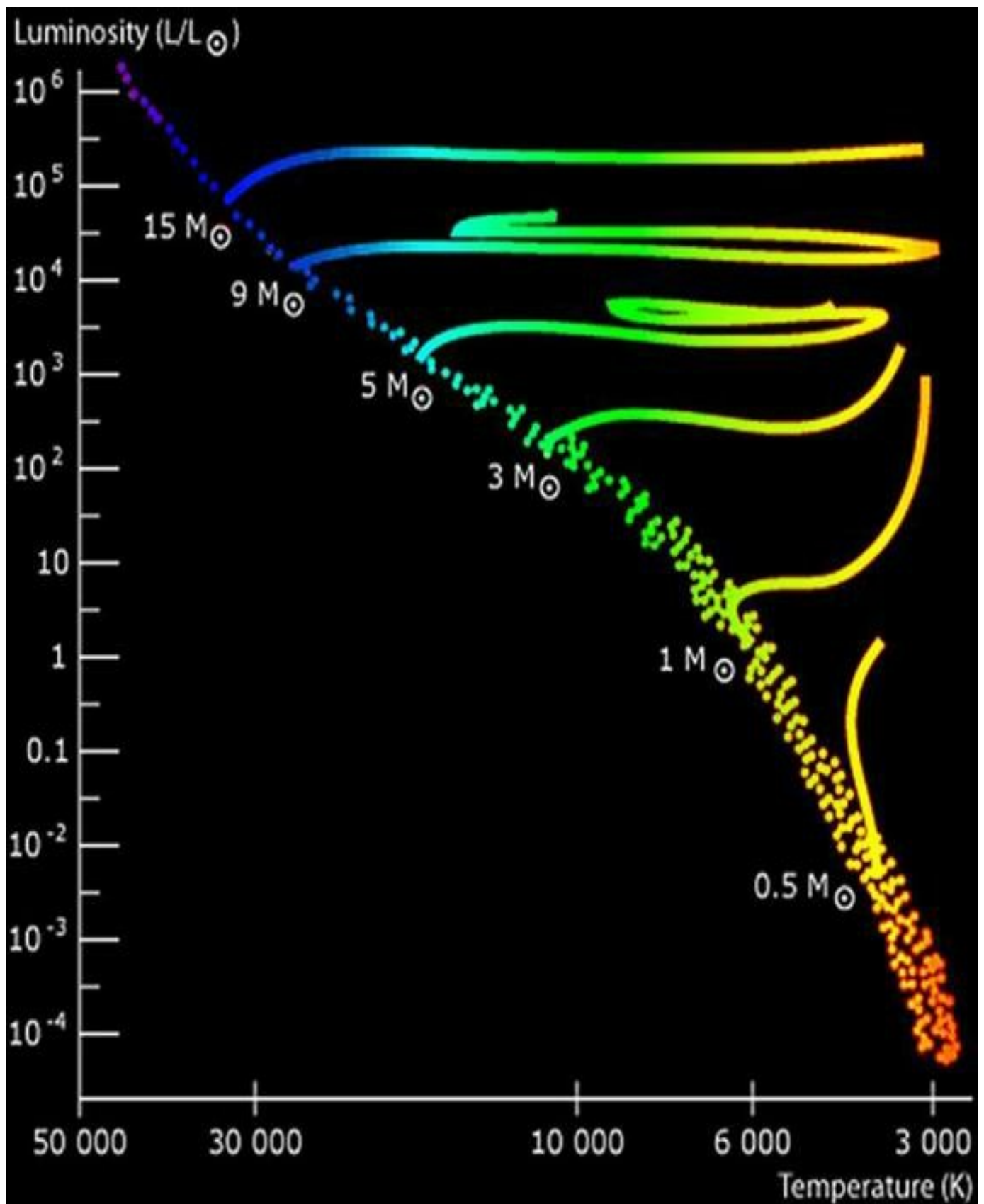
Gli astronomi sono riusciti a scoprire che la vita di una stella dipende dalla massa. Le stelle più massicce vivono sensibilmente meno di quelle meno massicce. Una stella calda di tipo *O* vive qualche milione di anni, mentre il Sole si pensa possa farlo per 10 miliardi; le stelle più fredde di tipo M alcune decine di miliardi di anni.

Se supponiamo che le stelle negli ammassi si siano formate tutte allo stesso tempo (e ciò è con buona approssimazione esatto), allora la differenza tra i diagrammi dei due tipi di ammassi è unicamente l'età. Quello degli ammassi globulari si presenta povero di stelle blu e bianche perché sono oggetti vecchi formatisi miliardi di anni fa, in cui le stelle più massicce hanno terminato la loro vita. Gli

ammassi aperti, composti da molte stelle blu, sono la prova della loro giovane età, a volte solo qualche milione di anni (e su scala cosmica è un tempo davvero piccolo!);

8) Ultimo ma non per importanza, il diagramma HR di un ammasso può darci un'istantanea che mostra tutte le fasi dell'evoluzione stellare.

Attraverso l'analisi di decine di diagrammi HR, gli astronomi sono riusciti a capire che le classi di luminosità (da non confondere con la classificazione spettrale!) non rappresentano diverse specie di stelle, ma diversi stadi evolutivi di componenti tutte originariamente appartenenti alla sequenza principale.

Dopo aver passato gran parte della vita in sequenza principale bruciando idrogeno nel nucleo, qualsiasi stella finisce il combustibile e va incontro a delle modificazioni radicali della struttura, del raggio e della luminosità, passando dalla sequenza principale al ramo delle sub-giganti, giganti o supergiganti (dipende dalla massa iniziale della stella).

Cammino evolutivo delle stelle in funzione della loro massa. L'evoluzione di una stella dipende (quasi) unicamente dalla sua massa. Le grandi e giovani stelle blu di classe spettrale O-B evolvono in qualche milione di anni e poi esplodono come supernovae. Le stelle fredde e piccole di classe M vivono oltre 50 miliardi di anni. Data l'età dell'Universo (circa 14 miliardi di anni) nessuna stella di questo tipo ha ancora cessato la sua vita e in effetti i

modelli teorici mancano di prove osservative. Per una corretta lettura del grafico, è bene sottolineare che il simbolo contraddistinto da un cerchio con un punto interno caratterizza grandezze riferite al Sole (massa solare, luminosità solare…)

Tipo stellare	Temp (K)	Massa	Età*
O5	40.000	40	1 My
B0	28.000	18	11 My
A0	9.900	3,5	440 My
F0	7.400	1,7	3 Gy
G0	6.600	1,1	8 Gy
K0	4.900	0,8	17 Gy
M0	3.500	0,5	56 Gy

Tempo di vita medio delle stelle in funzione della loro massa. La vita delle stelle dipende criticamente anche dalla metallicità. Un alto contenuto di metalli (come nelle giovani stelle di popolazione I) rallenta leggermente il tasso delle reazioni nucleari e consente alla stella di sopravvivere più a lungo.

Domande e risposte

Questo spazio all'interno della sezione di astronomia teorica è rivolto a tutti coloro che trovano irresistibili i grandi temi dell'astronomia, ma allo stesso tempo credono siano al di fuori della loro portata.

Non è così, e spero di dimostrarvelo rispondendo, di volta in volta, a un paio di domande semplici. Non lasciatevi ingannare da questo aggettivo: nell'Universo a domande facili corrispondono spesso risposte articolate e davvero sorprendenti.

Se avete qualche domanda alla quale volete trovare risposta, scrivetemi all'indirizzo: info@danielegasparri.com

Esiste la vita sugli altri pianeti del Sistema Solare?

Se la domanda si riferisce alla presenza di vita intelligente, la risposta è no: non esiste vita intelligente su nessun corpo del Sistema Solare, ad eccezione della Terra.

La situazione si complica, e non poco, se invece consideriamo tutta la vita, compresi batteri, microbi e semplici organismi unicellulari.

In questo caso la risposta è: non lo sappiamo ancora.

Ci sono dei luoghi nel Sistema Solare, nei quali le condizioni potrebbero essere favorevoli allo sviluppo di microorganismi semplici. Altri luoghi sono così nascosti che sarà impossibile, almeno per i prossimi 50 anni, capire cosa c'è veramente lì sotto.

La storia della ricerca della vita al di fuori della Terra ha radici molto antiche, ma solamente con l'avvento dell'era spaziale si è potuto iniziare a fare un po' di luce.

In effetti, fino agli anni 50 del secolo scorso, molti astronomi erano convinti che su Marte ci fosse vita intelligente.

Le osservazioni telescopiche effettuate decenni prima, dall'astronomo italiano Giovanni Schiaparelli e da Percival Lovell, avevano evidenziato dei giganteschi canali. Schiaparelli aveva ipotizzato si trattasse di enormi fiumi di origine naturale. Lovell, interpretando nel modo sbagliato la traduzione del testo di Schiaparelli, si convinse che i canali fossero di natura artificiale, creati per irrigare i campi da una civiltà tecnologicamente avanzata.

Alcuni indimenticabili romanzi, tra cui il più famoso è sicuramente "La guerra dei mondi" di Herbert George Wells, propagarono tra il pubblico l'idea, e il terrore, che i marziani fossero addirittura pronti ad un'imminente invasione della Terra.

L'apice della fobia venne raggiunto nel 1938. Un giovane attore Orson Welles, adattò il romanzo alla sua trasmissione radiofonica, scatenando il panico tra la popolazione che non aveva compreso che stava in realtà ascoltando la recitazione di un romanzo.

Con l'arrivo su Marte delle prime sonde automatiche a partire dagli anni 60, si comprese che il pianeta era estremamente arido e incapace di sostenere una civiltà tecnologicamente avanzata.

Le successive spedizioni automatiche esclusero la presenza di vita intelligente anche in un lontano passato. Le attuali condizioni sono in effetti proibitive per le complesse specie viventi che conosciamo: l'aria non contiene ossigeno ed è molto rarefatta. Non esiste acqua liquida, la temperatura è quasi ovunque abbondantemente sotto lo zero e come se non bastasse manca un campo magnetico in grado di evitare elle strutture viventi complesse di venir distrutte dalle pericolose radiazioni

emesse dal Sole.

Parallelamente alle prime spedizioni marziane, la scoperta dell'infernale superficie di Venere, un forno a 480°C di giorno e di notte, fece tramontare per sempre il sogno di trovare vita intelligente negli altri corpi del Sistema Solare.

La ricerca della vita elementare, invece, è un campo nel quale molto ancora si discute, con risultati a volte sorprendenti.

Da uno scenario che comincia finalmente a mostrare qualche punto di chiarezza, appare evidente che le molecole alla base della nascita della vita siano sparse quasi ovunque nel Sistema Solare, dai pianeti elle remote comete.

Quest'ultime, si pensa, siano stati i veicoli che hanno letteralmente inseminato la Terra primordiale. Le condizioni favorevoli hanno poi fatto germogliare i semi e sviluppato forme di vita sempre più complesse.

Se le comete trasportano i semi della vita e li spargono attraverso gli impatti con i pianeti, è quasi certo che questi siano presenti su ogni pianeta con una superficie solida e che in qualche caso abbiamo potuto svilupparsi per creare forme di vita primitive.

L'attenzione ricade ancora una volta su Marte. Gli esperimenti condotti negli anni 70 dalle sonde Viking, interpretati secondo le attuali conoscenze biologiche, sembrano aver mostrato che il suolo di Marte contenga microrganismi, probabilmente semplici batteri.

Gli scienziati sono portati a credere che nelle falde acquifere sotterranee, al riparo dai pericoli della superficie, l'acqua liquida possa contenere tracce di vita.

Stesso ragionamento per due nuovi arrivati: Europa e Titano, rispettivamente satellite di Giove e di Saturno.

Secondo le recenti scoperte, entrambi i corpi sembrano contenere nelle profondità enormi riserve di acqua liquida. E dove c'è acqua, si sa, c'è vita. E' probabile, quindi, che spore, batteri e semplici alghe possano vivere nella completa oscurità di questi oceani, sepolti sotto decine di chilometri di ghiacci.

Riusciremo mai a provare questa ipotesi? Impossibile scavare fori così profondi, ma se riuscissimo ad analizzare i getti emessi da alcuni speciali vulcani, detti criovulcani, potremmo scoprire se contengono vita.

Titano e Encelado, un altro satellite di Saturno, hanno imponenti vulcani dai quali non eruttano lava, ma le grandi quantità di acqua liquida contenute nel sottosuolo.
Qualche astronomo ha ipotizzato che non si tratta di semplici eruzioni di acqua, ma di giganteschi geyser contenenti grandi quantità di microrganismi.

Al momento, però, queste sono solamente delle affascinanti ipotesi. Quello che sembra chiaro, comunque, è che la vita potrebbe riuscire ad adattarsi anche alle condizioni più impervie, proprio come stiamo scoprendo qui sulla Terra.

Si può sentire il suono sugli altri pianeti?

Il suono che riusciamo a sentire grazie al nostro apparato uditivo, è diretta conseguenza di quelle che sono chiamate onde sonore.

Ogni mezzo materiale, sia esso solido, liquido o gassoso, prevede la propagazione delle onde sonore. Nell'atmosfera terrestre l'aria rappresenta il mezzo di propagazione ideale per le onde sonore, ma anche nell'acqua riusciamo ugualmente a percepire suoni.

Nello spazio aperto, la densità del gas è così scarsa che possiamo considerarlo vuoto e di conseguenza non riusciamo a sentire alcun suono perché non vi sono onde sonore che il nostro orecchio riesce a sentire.

Ma le cose cambiano se mai un giorno dovessimo atterrare su corpi celesti dotati di atmosfera. Sulla superficie di Marte e Venere, ad esempio, le nostre orecchie potrebbero udire perfettamente i suoni.

Ma anche su Titano, satellite di Saturno con un'atmosfera quattro volte più densa della Terra, i suoi potrebbero sentirsi senza problemi.

La diversa composizione chimica e densità di questi involucri gassosi, ci farebbe percepire suoni diversi. E' probabile che su Marte i suoni risultino più acuti rispetto alla Terra, un po' come succede quando si respira l'elio. Su Titano i suoni potrebbero sembrare leggermente più ovattati, mentre su Venere, se mai qualcuno un giorno dovesse provarci, probabilmente il suono sarebbe simile a quando ci troviamo sott'acqua a causa della spessa atmosfera, la cui densità raggiunge ben il 6,5% di quella dell'acqua.

Purtroppo fino a questo momento non abbiamo alcuna prova di come si sentirebbero i suoni su questi corpi celesti. Solamente due sonde nella storia hanno trasportato dei microfoni per registrare il suono. Ma la prima, Mars Polar Lander, si è schiantata sulla superficie del pianeta rosso nella fase di atterraggio e per quanto riguarda la seconda, Marx Phoenix, i tecnici hanno rilevato un bug nel software di gestione della videocamera che avrebbe dovuto registrare immagini e suoni durante la discesa, quindi per non rischiare hanno deciso di non attivarla.

Anche nelle atmosfere dei pianeti gassosi si dovrebbe sentire il suono. Il problema è che non avendo una superficie sulla quale atterrare, sarà ben difficile che qualcuno vi trasporti un microfono!

Astronautica

Questa sezione è estratta dal libro: "Sognando il Sistema Solare".

Siamo arrivati allo spazio dedicato agli amanti dell'esplorazione dello spazio.

L'astronautica, con le sue sfide tecnologiche, i pericoli, i grandi e spettacolari risultati scientifici, è una disciplina che non può non interessare, al di là della passione per l'astronomia.

Grazie all'esplorazione del nostro Sistema Solare abbiamo imparato moltissime nozioni anche per quanto riguarda il funzionamento e le proprietà del nostro delicato e prezioso pianeta, senza contare il salto tecnologico enorme compiuto grazie a dei sognatori che di fronte a difficoltà, spesso enormi, non si sono arresi e hanno sempre cercato di raggiungere le stelle.

Le stazioni spaziali

Con il programma Apollo che aveva prosciugato le casse della NASA e la mancanza di volontà politica nel continuare a immettere grandi quantità di denaro pubblico nel volo spaziale (dopo lo sbarco lunare era già pronto il piano per Marte, ma non ricevette mai alcun finanziamento), i sovietici si tolsero una bella soddisfazione assemblando negli anni 80 la prima stazione spaziale permanente della storia, chiamata MIR.

Le prove generali di un ambiente nello spazio per condurre studi ed esperimenti su un periodo di tempo maggiore dei 12 giorni delle missioni Apollo (le più lunghe fino a quel momento) c'erano in realtà già state, sia con il progetto Salyut che con la risposta americana Skylab.

Le Salyut erano delle astronavi concepite per una lunga permanenza degli astronauti, da pochi mesi fino a qualche anno. La struttura rigida limitava però il carico che poteva essere lanciato con una sola missione.

Anche lo Skylab americano era un modulo unico trasportato in orbita terrestre dall'ultimo volo del razzo Saturn V utilizzato per le missioni lunari. Uno degli stadi del razzo venne modificato e trasformato nella prima e unica stazione spaziale americana, attiva tra il maggio 1973 e il febbraio 1974 ma afflitta da numerosi problemi strutturali.

Lo Skylab era il prototipo delle moderne stazioni spaziali. Un'astronave decisamente più spaziosa delle precedenti, destinata alle lunghe permanenze.

Con la progettazione della stazione MIR i sovietici dettarono la filosofia alla base della seconda era dell'esplorazione spaziale umana: non più lunghi e pericolosi viaggi di breve durata, piuttosto un avamposto nello spazio vicino costituito da diversi moduli, permanentemente abitato da alcuni astronauti e funzionante per molti anni.

La sfida era davvero impegnativa: bisognava costruire una struttura molto più grande di tutte le precedenti per ospitare in modo più confortevole gli astronauti e i numerosi esperimenti

scientifici. Di conseguenza era necessario pensare allo sviluppo e gestione di tutti i sistemi vitali: energia elettrica, sistema idrico, pressurizzazione, controllo della temperatura, della ventilazione, ma anche a come lanciare nello spazio l'intera struttura.

Non esistevano razzi in grado di portare una stazione spaziale in orbita con un solo lancio, così i russi scelsero di lanciare i diversi moduli e assemblarli direttamente in orbita.

Le difficoltà, però, non erano certamente finite qui.

La bassa orbita terrestre richiedeva un rigido controllo dell'assetto e correzioni periodiche. Fino a circa 500 km di altezza, infatti, vi sono ancora quantità apprezzabili di atmosfera che lentamente frenano per attrito le astronavi in orbita, fino a farle precipitare nell'arco di poche settimane.

La MIR, quindi, doveva disporre di un sistema di propulsione e controllo dell'assetto in grado di correggere il decadimento orbitale da parte dell'atmosfera terrestre e capace di trainare l'intera massa della stazione. La struttura, inoltre, doveva prevedere vari punti di attracco per le navicelle con gli equipaggi e le provviste (principalmente acqua e cibo).

Con la caduta del regime sovietico e il disgelo dei rapporti con l'occidente, le porte della stazione MIR si aprirono anche a europei e americani.

Storico fu l'attracco dello Space Shuttle Atlantis il 29 giugno 1995: per la prima volta russi e americani si ritrovarono nello spazio sancendo una tregua che di colpo sembrò spazzare via le tensioni accumulatesi durante la guerra fredda.

Progettata per restare nello spazio solamente 5 anni, la MIR restò abitata per ben 15 anni, ospitando un totale di 104 astronauti in gran parte russi, ma provenienti anche da altri paesi.

Dalle dimensioni pari a 19X31X27,5 metri, era formata da

diversi moduli tubolari che convergevano verso la zona centrale. Lo spazio all’interno era descritto dagli stessi astronauti simile a un labirinto, con stretti tunnel che collegavano i diversi moduli, per un volume totale di 350 metri cubi, non molti per la vita dei tre astronauti a bordo.

Per avere un termine di paragone, lo spazio nella MIR era equivalente a quello di un appartamento di 120 metri quadrati, occupato però da cavi, strumenti e oggetti per la vita di bordo, distribuito in ambienti tubolari larghi al più un paio di metri.

Fortunatamente la posizione in orbita terrestre, quindi in assenza di gravità, rende sfruttabile anche il soffitto: un vantaggio non da poco!

La stazione aveva un’orbita leggermente ellittica il cui punto più distante si trovava a 374 km dalla superficie e il più vicino a 354 km. Alla velocità orbitale di 27.700 km/h (7,7 km/s) impiegava appena 91 minuti a compiere un giro completo intorno alla Terra. Gli astronauti potevano vedere il Sole sorgere e tramontare ben 16 volte al giorno.

Dopo aver compiuto 86.331 orbite ed essere scampata a diversi incidenti, tra cui un incendio a bordo e una collisione con una navetta di rifornimento Progress, la MIR, ormai priva di equipaggio, fu fatta rientrare in atmosfera e precipitare nell’oceano Pacifico il 21 marzo 2001.

La fine della MIR era stata preceduta già da tre anni dal lancio dei primi moduli per la costruzione della nuova stazione spaziale, nata per la prima volta dalla collaborazione di tutte le principali agenzie spaziali del mondo e per questo ribattezzata stazione spaziale internazionale (ISS).

Lo storico incontro tra lo Shuttle Atlantis e la stazione spaziale MIR nel 1995.

Grazie alle navette russe e americane, la stazione spaziale internazionale è diventata l'emblema della collaborazione tra stati e l'oggetto più grande mai collocato nello spazio.

Alla costruzione dei numerosi moduli hanno partecipato molte agenzie, tra cui l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) sotto l'egida dell'agenzia spaziale europea.

I moduli Cupola, Leonardo e Raffaello portano orgogliosamente nei loro nomi traccia del nostro contributo

all’esplorazione dello spazio.

Le dimensioni della ISS, ormai quasi completata dopo diversi anni di lavori, sono davvero impressionanti: 72,8X108,5X20 metri, per un volume pressurizzato (abitabile) di ben 837 metri cubi.

A bordo possono vivere al massimo 6 astronauti contemporaneamente, sempre impegnati in numerosi progetti di ricerca, da quella spaziale al campo medico e biologico.

I cambi di equipaggio sono attualmente garantiti solamente dalle navicelle russe denominate Soyuz, una classe di astronavi il cui progetto iniziale risale ai primi anni 60, ma che si è dimostrata la più affidabile, sicura ed economica della storia dell’astronautica, a riprova che le astronavi monouso sono attualmente più vantaggiose di quelle riutilizzabili.

L’astronave russa Soyuz è l’unica attualmente in grado di trasportare astronauti sulla ISS dopo la fine del programma Shuttle americano.

Con gli Space Shuttle che hanno terminato la loro missione il programma spaziale umano americano non dispone più di mezzi propri. Per raggiungere quindi la stazione spaziale tutti gli astronauti americani sono costretti a “chiedere un passaggio” ai russi.

Sembra incredibile ma vero: la grande superpotenza spaziale che in pochi anni ha portato gli uomini sulla Luna ora è completamente dipendente dagli (ex) nemici russi. Un decadimento che a quanto pare non sembra vedere un rallentamento e che nessuno si sarebbe mai immaginato.

Il programma spaziale americano non possiede neanche navicelle automatiche per portare sulla ISS strumenti e rifornimenti. Attualmente questo compito è svolto dalle astronavi russe Progress, da quelle europee denominate Automated Transfer Vehicle e dalle navette giapponesi H-II Transfer Vehicle.

La stazione spaziale internazionale, nonostante il (forse) momentaneo disinteresse degli Stati Uniti, continuerà ad ampliarsi grazie al contributo europeo e il forte impegno russo, e resterà in orbita almeno fino al 2020, forse anche di più.

Arrivati a questo punto, però, forse è meglio lasciar perdere queste questioni tecnico/politiche sul futuro dell'esplorazione spaziale di cui abbiamo parlato già abbastanza.

Piuttosto rilassiamoci un attimo, prendiamo un bel respiro e voliamo con la fantasia immaginando quale panorama fantastico possono osservare gli astronauti a bordo della stazione spaziale internazionale.

Il nostro pianeta che si mostra sferico e dal colore azzurro sembra correre via regalandoci tutta la sua bellezza in appena 90 minuti.

Il Sole sorge e tramonta nell'arco di una giornata per 16 volte e le stelle si possono osservare anche in pieno giorno, da un cielo nero come la pece.

Di notte, poi, la visione della Terra diventa ancora più magica: le migliaia di luci artificiali delle nostre città si rendono perfettamente visibili. Noi astronomi, o semplici appassionati di astronomia, non possiamo non provare un profondo senso di tristezza per coloro che dagli illuminati cieli cittadini si perdono lo spettacolo delle stelle, che qui sembrano davvero più vicine.

Come se non bastasse, quando ci avviciniamo alle regioni polari possiamo osservare le aurore da una posizione unica:

invece di guardare quei lunghi fiumi di luci alti nel cielo, come i nostri fortunati amici delle alte latitudini terrestri, li vediamo scorrere poco sotto di noi riuscendo quasi a toccarli.

Non è un sogno; è la meravigliosa avventura dell'esplorazione spaziale. Nessun problema economico o politico potrà fermare del tutto l'istinto dell'uomo di voler conoscere l'infinita bellezza dell'Universo e superare se stesso.

Se un giorno dovessimo smettere di sognare, la nostra stessa esistenza sarebbe messa in pericolo.

L'Italia settentrionale di notte ripresa dalla stazione spaziale internazionale. Da notare l'enorme quantità di luci artificiali.

Il telescopio spaziale Hubble rappresenta al meglio le grandi potenzialità dello spazio attorno all'orbita terrestre. Senza il disturbo dell'atmosfera riesce a condurre osservazioni uniche e importantissime per tutta l'astronomia.

L’astronauta italiano Paolo Nespoli nel giugno 2011 ha scattato a bordo della navicella Soyuz questa incredibile ripresa della stazione spaziale internazionale alla quale era attraccato lo Shuttle Endevour.

Il cosmonauta russo (così vengono chiamati gli astronauti russi) Yuri Gidzenko al lavoro nel modulo di servizio Zvezda della stazione spaziale internazionale.

Attualità

In questa sezione finale vengono proposte notizie e riflessioni sui temi più attuali, spaziando dall'esplorazione di

Marte alle galassie più lontane dell'Universo. A decidere gli argomenti è semplicemente l'enorme progresso scientifico cui va incontro una disciplina attiva come l'astronomia. Scoperte piccole e grandi si susseguono a ritmi frenetici, sebbene gli astronomi in tutto il mondo rappresentino una piccola comunità che a mala pena raggiunge le 20 mila unità. Ma mai come in questo caso la determinazione può superare tutte le difficoltà della disciplina più impegnativa che esista.

La pioggia nel Sistema Solare

Sul nostro pianeta il ciclo dell'acqua è alla base della nascita e del costante sviluppo di ogni forma di vita.

Oltre due terzi della superficie sono ricoperti di acque, una riserva preziosissima per alimentare un ciclo che può essere riassunto nel seguente modo.

Una piccola parte dell'acqua, a causa della radiazione solare che la riscalda, evapora in continuazione, raggiungendo gli strati più alti della troposfera (circa 8-10 km). Grazie alla bassa temperatura e alla presenza di polveri che costituiscono i cosiddetti nuclei di condensazione, il vapore acqueo si trasforma in minuscole goccioline che restano in sospensione, formando le nubi.

Quando la condensazione è alimentata e procede senza interruzioni, le goccioline d'acqua che formano le nubi diventano troppo pesanti per restare in sospensione, così, grazie alla forza di gravità, precipitano al suono sottoforma di pioggia, tornando nei grandi bacini idrici dai quali sono dapprima evaporate.

Il ciclo in questo modo può ricominciare e ripetersi fino a quando le condizioni climatiche riescono a mantenere questo equilibrio che si basa su una piccolissima percentuale di vapore acqueo presente nell'atmosfera, tipicamente inferiore al 2%.

Come al solito, dopo aver analizzato un fenomeno possiamo porci una domanda più generale: la Terra è l'unico pianeta sul quale piove? Ci sono altri pianeti nel Sistema Solare nelle cui atmosfere si sviluppa un ciclo precipitativo simile a quello dell'acqua?

Per cercare una risposta dobbiamo analizzare le atmosfere di quei corpi dotati di una superficie solida e capire se e come può

“piovere”.

I candidati per questa nostra indagine non sono molti.

Escludendo i pianeti gassosi e tutti i copri solidi non dotati di atmosfera, restano solamente Venere, Marte e Titano, il principale satellite di Saturno.

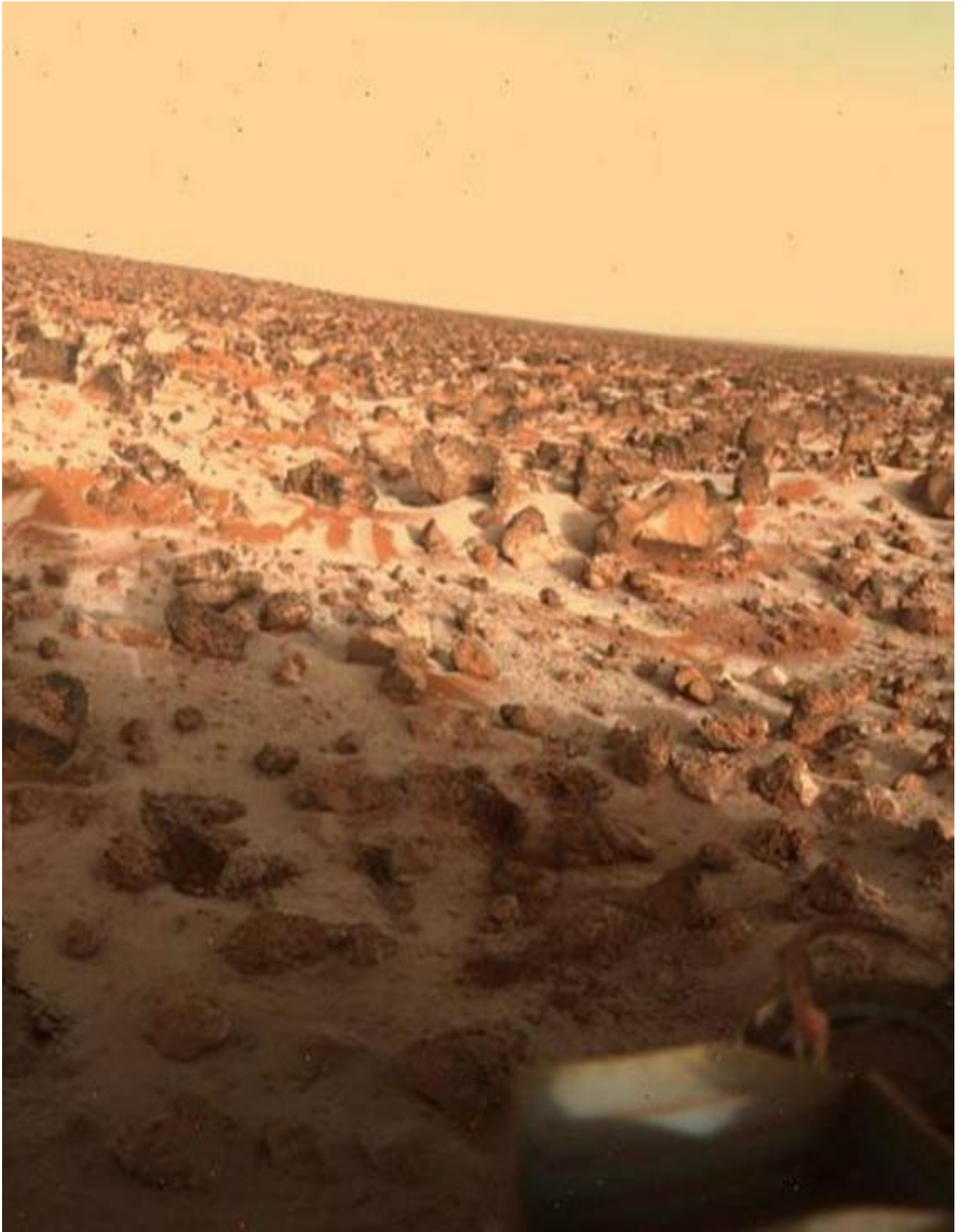
Marte è sicuramente il candidato più indicato, poiché la sua sottile atmosfera è solcata da nubi composte di cristalli di ghiaccio.

Durante le mezze stagioni non è raro assistere allo sviluppo di imponenti cicloni, di struttura simile a quelli terrestri. È logico quindi pensare che da questi sistemi nuvolosi qualcosa, prima o poi, debba precipitare verso il suolo.

L’intuizione in effetti non è errata ed è stata confermata dalla sonda della NASA Phoenix, che dalla superficie del pianeta rosso ha potuto rilevare dei sottili fiocchi di neve cadere dalle nubi marziane.

In realtà le particolari condizioni atmosferiche medie del pianeta impediscono alla neve di raggiungere il suolo. I fiocchi, benché sembrino formarsi e precipitare dalle nubi, si vaporizzano prima di raggiungere la superficie.

Questo è lo scenario medio della meteorologia marziana, ma potrebbero esserci delle eccezioni a seconda della densità atmosferica (molto variabile) e della temperatura di alcune regioni. Gli scienziati stanno indagando a fondo la prospettiva che sotto particolari condizioni, la neve possa raggiungere il suolo.

Intanto, sicuramente su Marte si forma la brina, come testimonia questa storica immagine ripresa dalla sonda Viking, in una gelida mattinata marziana degli anni 70.

Brina su Marte ripresa dalla sonda Viking 1.

Marte è l’unico pianeta, oltre la Terra, che possiede nubi

composte di ghiaccio d’acqua, quindi è sicuramente l’unico corpo celeste sul quale potremmo assistere, sia pure con le limitazioni descritte, a precipitazioni vagamente simili a quelle terrestri.

Per gli altri pianeti dobbiamo uscire dagli schemi e pensare in modo più generico: non è detto, infatti, che le precipitazioni riguardino esclusivamente l’acqua.

Consideriamo Venere.

Le sue imponenti nubi sono composte di acido solforico condensato: si potrebbe quindi assistere a una bella (e salutare) pioggia?

In realtà le condizioni atmosferiche sono così particolari che questo acido non raggiunge mai la superficie del pianeta, fermandosi a poche decine di chilometri di altezza.

Nel 2004 però, gli scienziati hanno scoperto, grazie alle immagini radar riprese dal suolo e alle riprese delle sonda in orbita intorno al pianeta, che le cime più elevate possiedono una riflettività nettamente maggiore delle zone a quote più basse, come se fossero ricoperte da uno strato di materiale metallico depositatosi molto recentemente.

Nel corso degli anni molte sono state le ipotesi sul materiale responsabile di queste “nevicate”. Da escludere categoricamente l’acqua e anche l’acido solforico, per le condizioni di Venere.

L’ipotesi attualmente più convincente è che su Venere si assista a piogge, o nevicate (difficile dare una definizione precisa) che coinvolgono solfuro di piombo e solfuro di bismuto, metalli pesanti e per noi esseri umani altamente tossici.

Le condizioni infernali al suolo, sia per la pressione (90 atm) che temperatura (circa 460°C costanti su tutto il globo), fondono

questi due metalli, in particolar il piombo, che può quindi evaporare e formare delle nubi che a quote più alte condensano e imbiancano le montagne venusiane.

Sembra uno scenario da film dell’orrore, ma questo è Venere, decisamente il pianeta più inospitale del Sistema Solare.

“Neve” su Venere presso le alte cime dei monti Maxwell?

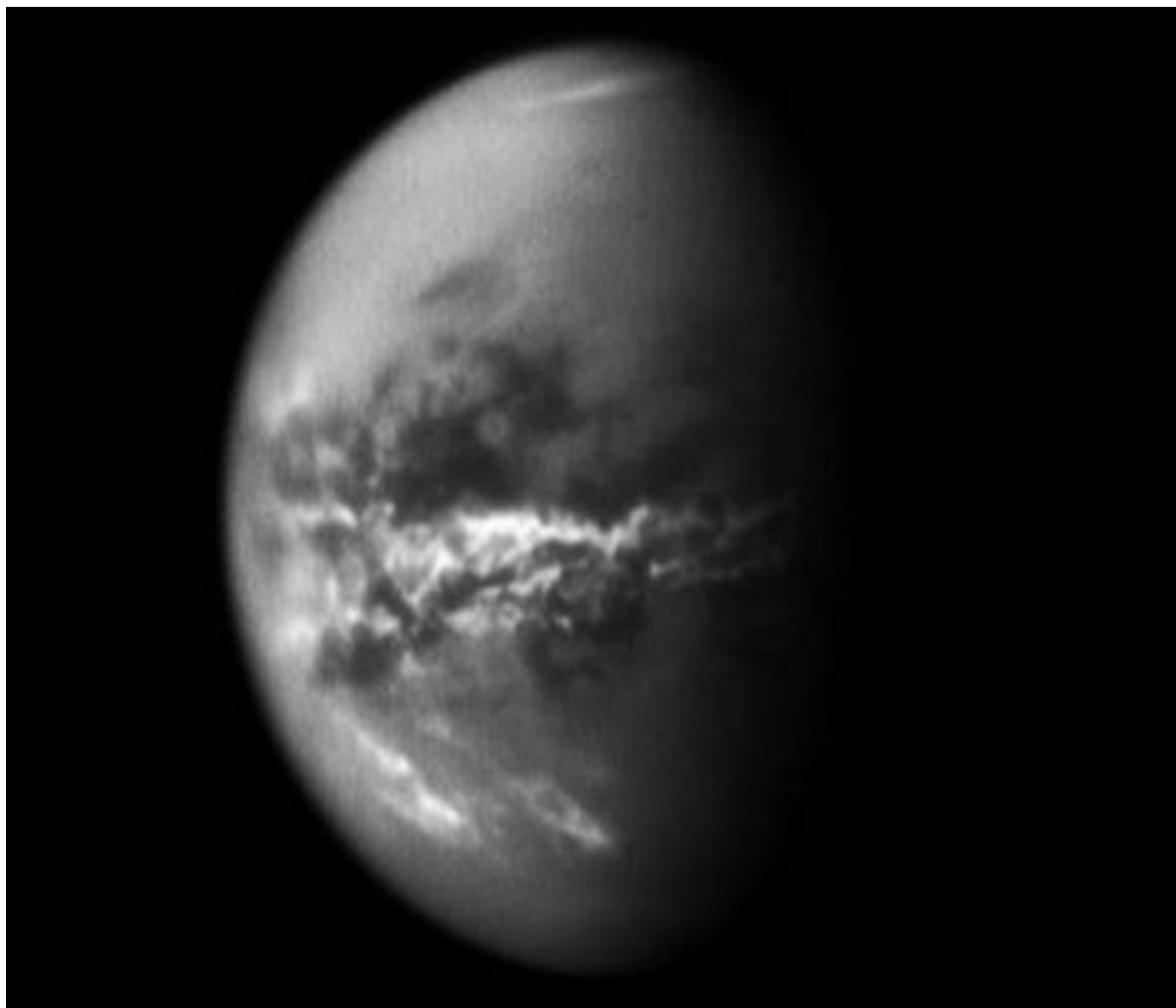
Su Titano, invece, gli astronomi hanno recentemente scoperto il ciclo del metano.

Il satellite più interessante del Sistema Solare si trova lontano dal Sole e possiede un’atmosfera più densa di quella terrestre. Le condizioni di temperatura (circa -180°C) e pressione, permettono al metano di esistere in forma liquida, formando laghi e fiumi simili a quelli che l’acqua forma sulla Terra.

Da queste riserve naturali una piccola parte di metano evapora, forma delle nubi e conseguenti piogge di metano liquido che non di rado possono trasformarsi in vere e proprie tempeste accompagnate da fulmini.

Le grandi precipitazioni si concentrano nei pressi delle regioni polari del satellite, riprese più volte anche dalla sonda Cassini in orbita intorno a Saturno.

Il metano bagna la superficie e ne cambia l’aspetto, rendendola nettamente più scura delle regioni presumibilmente asciutte. Questo effetto per noi può sembrare insolito: sulla Terra la neve imbianca il suolo rendendolo più brillante. Il metano di Titano, invece, lo rende nettamente più scuro.

Quanto piove su Titano? Le ultime osservazioni hanno rivelato che le precipitazioni non sono molto frequenti, al massimo tra le 10 e le 100 ore ogni anno titaniano (30 anni terrestri). Sembra però evidente che quando decide di piovere lo faccia sul serio, con inondazioni e imponenti canali che confluiscono nei grandi laghi osservati.

Nubi di metano nella regione equatoriale di Titano. Le zone più scure sono terreni bagnati da recenti precipitazioni e bacini stabili.

Sebbene con protagonisti diversi dalla Terra, Titano è l'unico corpo celeste al di fuori del nostro pianeta che mostra un ciclo precipitativo stabile e su larga scala.

Certo, per noi esseri umani non dovrebbe essere facile trovarsi sotto un temporale di metano a una temperatura media di -180°C. Fortunatamente non è un problema che potrebbe interessarci a breve!

Nel prossimo volume

Neofiti: Osservare il cielo a occhio nudo

Costellazioni: Vergine e Orsa Maggiore

Astrofotografia: Fotografare i colori delle stelle

Ricerca amatoriale: Ricerca e studio di stelle variabili

Astrofisica: Il corpo nero

Astronautica: L'esplorazione della Luna

Attualità: Le montagne più alte del Sistema Solare

Per consigli, critiche, suggerimenti o per inviare materiale (immagini, articoli) scrivetemi a info@danielegasparri.com

Per vedere tutti i miei libri cliccare qui

Se vi siete persi gli altri volumi di astronomia per tutti, li trovate qui